



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering,
trädgårds- och jordbruksvetenskap

City gaps as storm water systems

– a design proposal

Cecilia E. Thorén



Master's Thesis • 30 hec • Advanced level, A2E
Landskapsarkitekturprogrammet / Landscape Architecture programme
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp 2013

City gaps as storm water systems

– a design proposal

Att gestalta med stadens mellanrum som fördröjande system

- ett gestaltungsförslag med utgångspunkt i den hårdgjorda staden

Cecilia E. Thorén

Supervisor: Allan Gunnarsson, SLU, Department of landscape architecture, planning and management

Co-supervisor: Åsa Bensch, SLU, Department of landscape architecture, planning and management

Examiner: Eva Gustavsson, SLU, Department of landscape architecture, planning and management

Type of student project: Master's Thesis

Credits: 30 hec

Education cycle: Advanced cycle, A2E

Course title: Master Project in Landscape Architecture

Course code: EX0545

Programme: Landskapsarkitektprogrammet / Landscape Architecture programme

Place of publication: Alnarp

Year of publication: 2013

Picture cover: Cecilia E. Thorén

Title of series: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Online Publication: <http://stud.epsilon.slu.se>

Keywords: Storm water design, Landscape architecture, dagvatten, LOD-system, fördröjning, stadsrum

Innehåll

Abstract	6
Sammanfattning	8
Förord	10
Inledning	11
Bakgrund	11
1900-talets metoder för vattenbortledning	11
Nederbördens funktion som spridare av föroreningar	12
Ett lokalt omhändertagande - LOD	12
Landskapsarkitektens roll	13
Syfte	14
Huvudsyfte, syfte och frågeställningar	14
Målbeskrivning	15
Tillvägagångssätt och metod	15
Avgränsningar	16
Definitioner av centrala begrepp	18
DEL 1. Vatten i staden	20
Naturlig infiltrationskapacitet	20
Rening och/eller fördröjning?	20
Nederbördens plats i stadens rum	21
Dagvattnets värde i det urbana rummet	23
Vattnet som gestaltningselement	25
Vilka möjliga LOD-system finns tillgängliga på marknaden och hur fungerar dessa på en yta med höga funktionskrav?	27
Synliga system	28
Dolda system	38
Analys av systemens värden i en hårdgjord stadsmiljö	39
Reflektion över systemens implementerbarhet	40
DEL 2. Kartläggning och översiktlig analys av fyra områden	45
Malmö som förebild	45
Nederbördsmängden i Malmö	47
VAL AV PLATS	51
Platsbeskrivning och analys	52
1. Norra Bo01	52

Grönytefaktorn	53
Inventering av området	55
Analys över områdets LOD-hantering.....	55
Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering.....	57
2. Stora Varvsgatan - Kockums Fritid	59
Inventering av området	59
Analys över områdets LOD-hantering.....	59
Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering:.....	61
3. Nordöstra Västra hamnen.....	63
Inventering av området	63
Analys över områdets faktiska och potentiella LOD-hantering	64
Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering:.....	65
4. Södervärns busstorg	66
Inventering av området	68
Analys över områdets fördröjningspotential.....	68
Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering:.....	70
DEL 3. Gestaltningförslag för Södervärn, med inriktning mot dagvat- tenstrategier	73
Analys över områdets funktioner	73
1. Analys över befintligt gångtrafikant- och cykelmönster	73
2. Analys över befintlig buss- och biltrafik.....	73
3. Analys över strategiska ytor.....	75
4. Analys över Södervärns huvudsakliga funktioner.....	75
5. Undersökning och analys av möjliga fördröjningsåtgärder	76
Gestaltningförslag för Södervärns knutpunkt.....	79
Ett gestaltande LOD-förslag för Södervärns knutpunkt.....	79
Diskussion.....	82
Måluppfyllelse	83
Resultat	85
Metod.....	85
Reflektion	86
Källor:.....	89
Elektroniska källor:	90
Muntliga källor:.....	92

Innehållsförteckning Figurer

Figur 1. Schematisk illustration över den pågående utvecklingen	10
Figur 2. Trädets utrymme i staden	20
Figur 3. Den lokala dagvattenhanterings positiva värden	22
Figur 4. Generalife, Spanien	24
Figur 5. Vatten som omfamnande element	24
Figur 6. Vatten som gestaltningselement	25
Figur 7. Illustration av ett öppet fördröjningssystem	26
Figur 8. Övergång mellan kombinerat och duplikat system	27
Figur 9. Ett exempel på stuprörsutkastare	27
Figur 10. Oanvända infiltrationsytor	27
Figur 11. Öppet kanalsystem i Berlin	28
Figur 12. Öppna kanalsystem i Malmö	28
Figur 13. Olika typer av infiltrerbara material	29
Figur 14. Olika typer av infiltrerbara material	29
Figur 15. Olika typer av infiltrerbara material	29
Figur 16. En intensiv takanläggning i Zürich	31
Figur 17. Ett extensivt sedum- och mosstak i Göteborg	31
Figur 18. En klassisk grön klättervägg i Zürich	32
Figur 19. Containersystem för levande och gröna väggar	33
Figur 20. En uppsamlingsdamm för dagvatten i Berlin	34
Figur 21. Rain Garden (foto från VegTech)	35
Figur 22. Illustration av ett slutet fördröjningssystem	36
Figur 23. Illustration av en stenkista	36
Figur 24. En uppsamlingsdamm i Malmö	41
Figur 25. Genomsnittliga värden för nederbörd i Sverige	47
Figur 26. Nederbörden i Malmö 2011	48
Figur 27. Nederbörden i Malmö 2010	48

Figur 28. Nederbörden i Malmö 2009	49
Figur 29. Nederbörden i Malmö under 2008	49
Figur 30. Nederbörden i Malmö 2007	50
Figur 31: 4 områden i Malmö	51
Figur 32. Saltvattenkanalen på Bo01	53
Figur 33. Klätterväxter som förhöjande värde på GYF	54
Figur 34. Ekvation för att beräkna grönytefaktorn för ett område	54
Figur 35. Tabell över exemplvärden vid beräkandet av GYF	55
Figur 36. Översiktlig inventering av Bo01	55
Figur 37. Exempel på öppet kanalsystem på Bo01	56
Figur 38. Passager till ingångar över kanalsystemen på Bo01	56
Figur 39. Förteckta korsningar över kanalsystemen på Bo01	56
Figur 40. Plan över möjliga utvecklingsområden, Bo01	57
Figur 41. Mittrefugen på övre Västra Varvsgatan	58
Figur 42. Översiktlig inventering av Kockumsområdet	59
Figur 43. Mittrefugen på södra delen av Västra Varvsgatan	60
Figur 44. Plan över möjliga utvecklingsområden, Kockums Fritid	61
Figur 45. Gång- och cykelvägarna på Stora Varvsgatan	63
Figur 46. Översiktlig inventering av Nordöstra Västra hamnen	63
Figur 47. Olika typer av genomsläppliga markbeläggningar	64
Figur 48. Olika typer av genomsläppliga markbeläggningar	64
Figur 49. Olika typer av genomsläppliga markbeläggningar	64
Figur 50. Plan över möjliga områden, Nordöstra Västra hamnen	65
Figur 51. Södervärns busstorg	67
Figur 52. Översiktlig inventering av Södervärns busstorg	68
Figur 53. Exempel på onödigt hårdgjorda ytor	69
Figur 54. Trädgaller i mycket hårdgjorda yta, Södervärn	69
Figur 55. Plan över möjliga utvecklingsområden, Södervärn	70

Abstract

In today's urbanization we increase, on the expanses of green spaces, paved surfaces in the inner city areas. Since little green is left for infiltration, a large amount of precipitation needs to be taken care of on another location than where it fell. This master's thesis in landscape architecture illuminates how direct and local rainwater management not always demands large spaces nor unified systems. Instead it enlightens the possibilities of a local and direct storm water treatment in small spaces in the city. The aim with the thesis is to see whether the smaller spaces of the city, like traffic refuges and sidewalks, hold the same opportunities of managing storm water system as the larger areas, despite their size. The change in precipitation and type of rainfall is the motive to explore the potential of the areas. Through innovative planning and design we can hopefully change today's unsustainable managing models.

My master thesis is divided into three parts. The first part clarifies the history of storm water management, presents the present and up-to-date system for managing storm water and discusses whether the present systems for infiltration and management works or not, as well as if they can be implemented in the inner city areas or not. It also illuminates the added value that an open surface water management gives; concerning pedagogical, aesthetical, recreational as well as economical values. Part one also includes information about the problems with surface water purification, i.e. unacceptably polluted surfaces. This part uses the method of literature studies.

In the last decades, the city of Malmö has toiled with problematic submergence and standing water. As the demands for a solution increased, a number of the city's administration boards decided to cooperate and solve the city's storm water issues, since, the handling of the water has become a complex and fruitful part of the urban planning. Simultaneously, Malmö has announced that the city operate under the planning ideal of compact urban construction, which concludes to more functions on reduced space. Since the construction of the inner city spaces requires a multiple use perspective, all the small and paved spaces become crucial for how the city works in general.

Part 2 examines the precipitation statistics for Malmö as a motive for local storm water practices. Four areas in Malmö are presented, where storm water has, or has not, been managed with. These areas conclude the city council's approach and strategy to solve the city's problematic surface water situation. Within the four areas, storm water management, with focus on the small spaces, is examined and strengths, weaknesses, opportunities and threats are revealed.

In the concluding part of the master thesis, part 3, one of the areas of part 2 is further investigated. Through examination of the essential and necessary functions of the area, as well as of the experience values, part 3 points out possible spaces for storm water development. The proposal includes some of the storm water solution techniques presented in part 1, which therefore sets the foundation for the thesis in general.

The result shows that there are already many considered storm water solutions in the smaller spaces of Malmö, of which some can be a good platform to continue working from. At the same time there is a large

potential in developing all of these smaller spaces further. Only by seizing all the units of the city we can demonstrate a sustainable and living urban environment.

Sammanfattning

Dagens urbanisering skapar allt fler och större hårdgjorda stadsrum. Vid en förtätning är det inte sällan stadens gröna mellanrum som får minska sitt utrymme. En hårdgjord förtätning medför på så vis att allt mer regnvatten behöver tas omhand om på annan plats än var det föll. Detta examensarbete i landskapsarkitektur belyser hur ett direkt och lokalt omhändertagande av regnvatten inte alltid kräver stora och enhetliga system, utan har som avsikt att belysa möjligheter för ett lokalt omhändertagande på de mindre ytor i staden. Målet med arbetet är att se möjligheterna i stadens mindre ytor, såsom exempelvis refuger och trottoarer, när det gäller ett lokalt omhändertagande på plats. Motivet för att undersöka potentialen för dessa områden ligger bland annat i den väder- och nederbördsförändring som förväntas i södra Sverige. Genom innovativ planering och projektering kan förhoppningsvis dagens ohållbara omhändertagandeprocess förändras.

Detta examensarbete är uppdelat i tre delar. Den första delen förtydligar dagvattenhanteringens historia samt dess möjliga användningsområden. I denna del används litteraturstudie som metod. Här belyses även de många värden som en öppen dagvattenhantering ger; allt ifrån pedagogiska och rekreativa till rumsbyggande och ekonomiska värden. I den här delen finns också en översikt över de system för ett omhändertagande som används idag, samt vilka av dessa som kan appliceras på stadens ytor och dess mellanrum. Avslutningsvis i del 1 belyses problematiken kring lokal dagvattenrening, med till exempel grovt förorenade ytor och skötseln på systemen.

Sedan decennier tillbaka har Malmö Stad arbetat med översvämningsproblematik samt stående nederbördsvatten. Eftersom omhändertagandet av dagvattnets kräver omfattande hantering från flera av stadens förvaltningar har vattnets väg i staden blivit en komplex del av stadsplaneringen. Samtidigt arbetar Malmö uttalat efter förtätande stadsbyggnadsideal, det vill säga fler funktioner på mindre yta, vilket i sin tur innebär att ytornas faktiska funktion blir avgörande för hur staden fungerar i stort. Då detta examensarbete undersöker mindre ytors betydelse för ett lokalt omhändertagande av dagvatten är Malmö med sin komplexa dagvattenproblematik som ett mycket intressant objekt. I del 2 undersöks först nederbördsstatistiken för Malmö stad för att ge belägg för att ett utökat arbete med LOD är en nödvändighet i framtidens gestaltning av staden. I Malmö presenteras därefter 4 områden som är intressanta eftersom de har olika tillvägagångssätt och strategier för att lösa, eller inte lösa, ett omhändertagande av dagvatten på plats. Dagvattenproblematiken inom områdena undersöks med fokus på de mindre mellanrummen. I denna del tas även problematiken kring utbyggnaden av ett lokalt omhändertagande upp då viktiga funktioner såsom exempelvis rörelse och tillgänglighet inte får gå förlorade inom stadsrummet.

I den avslutande delen av examensarbetet, del 3, ges ett förslag på omgestaltning av ett av områdena från del 2, Södervärns busstorg. Genom en undersökning av områdets huvudsakliga och nödvändiga funktioner pekas möjliga mellanrum för omgestaltning ut. De system som presenterats i del 1 appliceras därefter på dessa ytor med utgångspunkt från systemens storlek och huvudsakliga användningsområde.

Resultatet av arbetet visar att flera genomtänkta lösningar för de mindre

ytornas upptagning av vatten kan appliceras på de utvalda delarna av Malmö. Samtidigt finns det en stor framtidspotential för att ytterligare utveckla dessa mindre upptagnings/fördröjningsområden för ett lokalt omhändertagande av dagvatten i den hårdgjorda staden. Bara genom att ta tillvara på stadsrummets alla enheter kan vi påvisa en genomtänkt, hållbar och levande urban miljö.

Förord

Detta masterarbete omfattar 30 HP inom området landskapsarkitektur och utgör avslutningen på en femårig utbildning till landskapsarkitekt på LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Alnarp. Jag vill härmed rikta ett särskilt tack till alla er som har varit behjälpliga under arbetets gång. Jag vill speciellt tacka mina två handledare Allan Gunnarsson och Åsa Bensch, som genom värdefulla råd och gedigna kunskaper med precision kommenterat arbetet och bidragit till att utveckla det ytterligare.

Ett stort tack till er!

Inledning

Dagvatten är den nederbörd eller det smältvatten som inte infiltrerar marken utan rinner som ytvatten på exempelvis vägar och tak. I dagvattnet finns många föroreningar, dels tagna från luften och dels upptagna från de ogenomträngliga markytorna som vattnet sveper över på väg mot sin slutdestination. Dessa markytorna är ofta förorenade med oljor, näringsämnen, kolväten och tungmetaller (från exempelvis trafik) - föroreningar som är mycket skadliga för både djur och växter (Persson, 2010, s. 1).

Bakgrund

1900-talets metoder för vattenbortledning

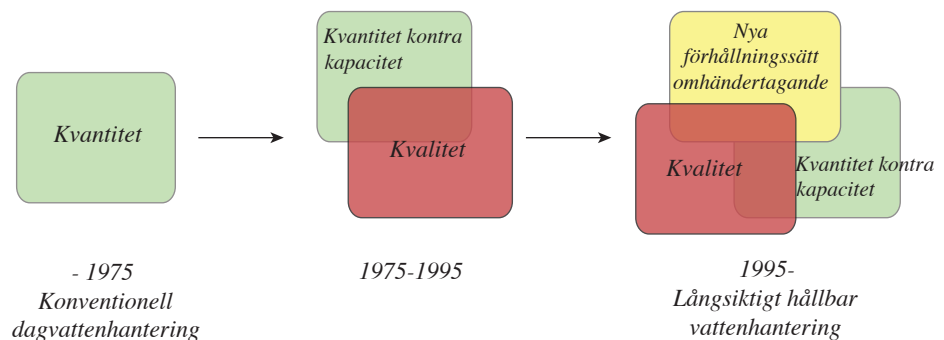
Nedan följer en kortfattad och översiktlig beskrivning av dagvattnets historia för att skapa en grundläggande förståelse för varför dagvatten ofta uppfattas som ett problematiskt inslag i stadsbilden.

Redan under 1800-talets början var regn- och stillastående vatten i Sveriges städer ett genomgående problem; sjukdomar såsom exempelvis kolera spreds via vattnet och det luktade mycket illa. Vid 1800-talets slut introducerades vattenverken och därmed fick stadens invånare renat dricksvatten genom underjordiska rör. På så sätt förbättrades folkhälsan i städerna radikalt. Dock fanns det ännu ingen reningsprocess för spillvattnet och länge släpptes allt dag- och avloppsvatten orenat ut i närliggande sjöar och vattendrag vilka därmed blev direkt olämpliga som källor för exempelvis fiske och bad. Under mitten av 1900-talet påbörjades därför en reningsprocess kring avloppsvattnet (A; Stockholms Vatten, 2011).

Ledningssystemen man under första halvan av 1900-talet uppförde för att leda bort avlopps- och dagvattnet från städerna var de vi idag benämner kombinerade system. Dessa ses idag som en av de största föroreningskällorna i den hårdgjorda staden, men användes ändå fram till 1950-talet (Stahre, 2004). Vid tillfällen då nederbörds mängden i städerna är väldigt hög (vid exempelvis skyfall) händer det att de underjordiska kombinerade ledningarna svämmar över som följd av för högt tryck, och genom ledningssläckage läcker då avloppsvatten ut i marken samtidigt som rent grundvatten läcker in i ledningarna (Persson et. al., 1990). Vid översvämning finns inte kapacitet eller tid till ordentlig rening i verken varpå det förorenade vattnet istället släpps ut i våra sjöar och vattendrag orenat (Villareal, 2005). Således skadas mark och miljö, ytvatten i sjöar och åar samt dess flora och fauna. Cirka 20-25% av alla ledningar i Sverige är kombinerade system (B; Svenskt vatten, 2005).

Det system som under 1960-talet ersatte det kombinerade ledningssystemet går idag under namnet duplikatsystem. Även detta system är anlagt under mark. Inom stadens bebyggelse kan man generellt säga att systemförändringen mellan de olika systemen innebär att de äldre, tätbebyggda, inre delarna använder sig av ett kombinerat system och de glesare ytterdelarna av ett duplikat system. Vid en förtätning av stadens äldre delar måste således vattenledningssystemen bytas ut från ett kombinerat till ett duplikat system. Eftersom en förtätning av den inre staden innebär att flödestopparna blir högre (de infiltrerbara ytorna minskar) belastas de kombinerade systemen ytterligare (Stahre, 2004). Utbytet av dessa system är en mycket kostsam process och därför undersöks också alternativa metoder för omhändertagande av dagvatten.

Under senare delarna av 1900-talet har problematiken kring vattnets hantering fått ökad uppmärksamhet i svensk stadsplanering. 1969 kom det första regelverket för utsläppsrätter i sjöar, åar och andra vattendrag, Miljöskyddslagen, vilken bland annat reglerar utsläppet av avloppsvatten (A; Stockholms Vatten, 2011). I och med tillkomsten av miljöskyddslagen, fanns nu lagfästa restriktioner att förhålla sig till och åberopa och därmed kunde problemen med vattenkvaliteten i våra recipienter i högre grad påkallas. Dagvatten gick därmed från att vara ett kvantitetsproblem till att bli ett kvalitetsproblem (se figur 1). Genom detta första steg bort från en konventionell dagvattenhantering påbörjades arbetet mot nya alternativa och hållbara förhållningssätt för en långsiktig vattenhantering.



Figur 1. Schematisk illustration över den pågående utvecklingen från en enkel och likriktad, till en mer multifungerande och hållbar, urban vattenhantering (Stahre, 2008)

Nederbördens funktion som spridare av föroreningar

Dagvattenflödena i städerna har ökat i takt med utbyggnaden av stadens hårdgjorda rum, främst genom utbyggnaden av vägnät och byggnader. Då utbyggnaden bidrar till att förorena dagvattnet, bland annat på grund av att byggmaterialet ofta är kemiskt förorenat och vägtrafiken genererar föroreningar i form av tungmetaller, är det mycket viktigt att det dagvatten som rinner över dessa ytor inte läcker ut till recipient orenat (Lönngren, 2001). Eftersom det i dagsläget finns flera ledningssystem inom staden som leder bort ytvattnet från innerstaden utan att ta vägen om ett reningsverk är frågan om alternativa förhållningssätt till ytvatten ytterst aktuell. När ytvattnet når närliggande sjöar, hav och andra vattendrag orsakar det stor skada med algbloomning, låg syresättning och döda bottnar som följd (C; Stockholm Stad, 2002). Om nederbörden som rinner över förorenade mark- och takarealer därför måste renas är frågan om vilken väg dagvattnet skall ta högst aktuell. Även om reningsverkens kapacitet har förbättrats avsevärt under de senaste tio åren, vilket har medfört att föroreningarna i renat vatten har minskat kraftigt, måste nya, flexibla åtgärder sättas in för att komma tillrätta med problemen kring överbelastade system (Stahre, 2004).

Ett lokalt omhändertagande - LOD

LOD, närmare bestämt Lokalt Omhändertagande av Dagvatten, är ett samlingsnamn på de olika åtgärder som finns för att fördröja, minska och stundtals rena dagvattnen före det blir en del av det allmänna dagvatten-systemet (Stahre, 2004, s.23).

För att omhändertagandet av dagvatten skall utvecklas, måste det ses som

en positiv resurs. Genom Agenda 21 införlivades termen hållbar utveckling i den politiska debatten, med syfte att föra in en samlad syn på jorden och dess sinande resurser (Stahre, 2004). Just därför behövs nya, smarta och flexibla alternativ till de klassiska avloppssystemen, vilka kan implementeras i en befintlig hårdgjord miljö utan att vara platsspecifika. På så sätt kan berörda parter enas om hur en övergripande strategi för stadens omhändertagande vid exempelvis utbyggnaden av gaturefuger, busshållplatser med mera kan se ut, utan att alltid behöva diskutera omhändertagandet som ett enskilt projekt. Som planarkitekt, landskapsarkitekt och samhällsplanerare måste vi därför vara beredda att utveckla nya flexibla metoder för en lokal dagvattenhantering, där storleken på ytan aldrig sätter gränserna för huruvida ett lokalt omhändertagande är aktuellt eller inte.

Sverige har fortfarande en lång väg att gå för att nå upp till de internationella och nationella mål som är uppsatta för att säkra våra vattenresurser och höja standarden i våra vattendrag; mål som exempelvis det europeiska direktivet Water Framework Directive anger (D; European Commission, 2000). För att komma tillrätta med problemen med förorenat dagvatten har den klassiska lösningen varit att öka ledningarnas kapacitet, något som på sikt vare sig är en hållbar eller långsiktig ekonomisk lösning. Ett alternativt tillvägagångssätt till en kostsam utbyggnad av avloppssystemet är att fördröja regnvattnets process mot rening, vilket jämnar ut flödestopparna och hjälper reningsverken genom att jämna ut inströmningen av dagvatten. På så sätt ökar verkens kapacitet (Stahre, 2004). Vid ett lokalt omhändertagande minskar även trycket på vattenreningsverken, vilket innebär att de på så sätt har större kapacitet att ta hand om ordentligt förorenade vatten såsom exempelvis industriutsläpp (E; Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2010). Eftersom nederbörden skiftar kraftigt beroende på geografisk position är det möjligt att vissa reningsverk sällan har problem, dock bör det påpekas att ett omhändertagande på plats i stadsrummet alltid är att föredra, då LOD har påvisat fler positiva effekter utöver lättat reningstryck, mer om detta under "Vatten som en positiv resurs" (Stahre, 2004).

Landskapsarkitektens roll

Landskapsarkitektens roll är när det kommer till gestaltandet av dagvattensystem för staden problematisk. Dels är den underordnad ingenjörernas roll eftersom nederbörd främst ses som ett problem för VA-verket och dels är vatten sällan en gestaltungsfråga då ledningar oftast är anlagda under mark. För att förändra synen på dagvattnets värde i stadsrummet är det viktigt att belysa landskapsarkitektens rätt till att hantera och arbeta med vattenfrågor - speciellt då en arkitektonisk gestaltning av problematiskt ytvatten ger ytterligare en dimension till vattendebatten.

För att komma tillrätta med problemen med förorenat ytvatten samt samla det spridda vattnet på dess färd mot recipient är en god dagvattenhantering ett nödvändigt alternativ för den urbana och semiurbana miljön. Platsens förutsättningar är dock extremt viktiga att ta hänsyn till då även den mest påkostade anläggning förlorar sin estetiska och ekonomiska funktion om den planerade tillgången på vatten inte finns i realiteten. Redan vid ett tidigt stadi i gestaltungsarbetet måste därför vattnets naturliga rörelse över projekterade höjder studeras och infiltrationskapaciteten för berört område undersökas för att ett omhändertagande i slutänden skall lyckas. Det är här landskapsarkitektens kompetens kommer in.

En landskapsarkitekt kan, genom att både värna om ekologiska värden och stadsrummets funktioner, sammanfläta övergripande strategier genom

designmässiga lösningar. Eftersom det är reglerat i lag att ett långsiktigt förhållningssätt till våra ändliga resurser skall genomsyra planeringen i Sverige har landskapsarkitekter även en mycket viktig funktion som bärare av ideal för en bättre framtid. Med kompetens inom ekologiska och naturresursbevarande områden, vilka tillsammans med en övergripande kunskap om gestaltungsprocessen, funktionalitet, teknik och hållbara miljöalternativ skall förmedla en hållbar helhetsbild av landskapet och staden, kan landskapsarkitekter arbeta för ett hållbart samhällsbyggande (F; Sveriges Arkitekter, 2008). Denna kunskap är viktig att förmedla och understryka i kommande debatter om vår framtida stad då det både finns överstatliga och statliga politiska direktiv som kräver en förbättrad vattenkvalitet och som vi kan luta oss mot (såsom exempelvis European Framework Directive).

Syfte

Uppsatsens syfte är att förmedla kunskap om de befintliga system för omhändertagande och fördröjande av dagvatten som finns på marknaden idag. Samtidigt är syftet att belysa möjligheterna för ett utökat lokalt omhändertagande genom ett bättre utnyttjande av stadens ytresurser. Genom att föreslå hur man kan använda mindre ytor som lokala fördröjningssystem utan att dess funktioner, såsom tillgänglighet och rörelse över ytan, säkerhet och ekologiskt värde förändras negativt, ges exempel på outnyttjade resurser som möjliga fördröjningssystem. Vidare undersöktes hur man har arbetat med gestaltningen i några områden där fördröjningen av dagvatten de facto fungerar för att förmedla kunskap om hur processen kring hur LOD-system kan se ut i dagsläget.

I del 1 av detta arbete sammanfattas de viktigaste kunskaperna som krävs för att skapa en urban vattenhantering. I del 2 redovisas en översiktlig inventering och analys av fyra befintliga miljöer i Malmö. Analysen belyser några av dagens LOD-lösningar och även vilka ytterligare möjligheter det finns för ett effektivare omhändertagande av dagvatten inom dessa områden. I del 3 undersöks, genom ett gestaltungsförslag, hur man kan arbeta med ett effektivare omhändertagande via mindre ytor i stadsrummet. Gestaltungsförslagets syfte är att förtydliga och ge exempel på hur en bearbetning av stadens små ytor kan se ut.

Huvudsyfte, syfte och frågeställningar

- Mitt huvudsyfte är att undersöka och ge förslag på hur man skulle kunna använda mindre ytor som lokala fördröjningssystem utan att dess funktioner, såsom tillgänglighet och rörelse över ytan samt säkerhet och ekologiskt värde förändras negativt.
- Mitt syfte är även att förmedla en övergripande kunskap om dagens befintliga LOD-system och belysa hur dessa kan användas i en gestaltning.

De viktigaste frågeställningarna i mitt arbete är:

- Vilka LOD-system används vanligtvis i stadens hårdgjorda rum?
- Kan dessa system appliceras på ytor med en annan huvudsaklig funktion - såsom exempelvis refuger i bilväg, avgränsande områden mellan cykel och bilväg och områden mellan trottoar och bebyggelse?

- Kan man implementera fördröjande åtgärder inom dessa småtor utan att förlora funktionerna av det hårdgjorda stadsrummet?

Målbeskrivning

Mina mål är följande:

- att genom en saklig sammanställning av dagens LOD-tekniker förmedla vilka system som finns på marknaden
- att presentera ett arbete som gestaltningsmässigt prövar OM det går att planera stadens mindre ytor så att de kan fungera som fördröjande system
- att de konkreta lösningar som jag finner skall bidra till att utveckla debatten om mellanrummens betydelse som fördröjande system

Tillvägagångssätt och metod

Arbetets metod anpassas till arbetets olika faser enligt följande:

I del 1 diskuteras och sammanställs befintliga system för antingen fördröjande eller omhändertagande lösningar som används i dagens planering i Sverige. I detta kapitel finns även grundläggande information om när och varför man skall arbeta med LOD och hur man bör tänka vid gestaltningen av en ny hårdgjord yta. Dessutom undersöks vilka befintliga system som arbetar med att fördröja och/eller lokalt rena dagvattnet och vad skillnaden mellan dessa två åtgärder är. En diskussion om de olika metodernas egenskaper och huruvida dessa fungerar i en hårdgjord och kompakt stadsmiljö avslutar del 1.

Under fas 1 brukas *litteraturstudier* som främsta metod för att ge en förståelse för vad ett lokalt omhändertagande av dagvatten innebär samt en översikt över hur diskussionen kring LOD fortskrider. Denna litteraturstudie fördjupar även min kunskap inom ämnet. Mina huvudkällor är utländska och svenska vetenskapliga avhandlingar samt Svenskt Vattens publikationer. Denna del utgör grunden för idéskissandet i fas 3 och lägger därmed grunden för arbetet som helhet.

I del 2 analyseras fyra områden i Malmö på en mycket övergripande nivå. En av dessa grova analyser skall sedan - tillsammans med del 1 - skapa underlag för en fortsatt analys och gestaltning i del 3 - gestaltningsförslaget. I del 2 undersöks områden i Malmö som både har ett uttalat förhållningssätt till ett lokalt omhändertagande av dagvatten och områden som inte har gestaltats med LOD i åtanke.

Under fas 2 används *platsbesök* och *SWOT-analys* som metoder för att undersöka möjligheter och problem med dagvattenhantering inom fyra områden i Malmö. Genom en översiktlig inventering, analys och uppdelning av stadens funktioner kan man utläsa var möjliga fördröjningsåtgärder hade kunnat implementeras och vilket område som är intressant att arbeta vidare med.

Från de fyra analyserna väljs endast ett område ut som är intressant att arbeta vidare med **i del 3**. Gestaltningsförslaget visar en lösning med de LOD-system som presenteras i del 1. Under fas 3 används *problemriktat skissande* som metod för att pröva olika gestaltningsidéer. Beroende

på systemens påverkan på dagvattnet (rening, fördröjning etc.) och dess funktion som gestaltande element (rumsbildande, samlande, dolda och synliga) applicerades LOD-systemen från del 1 på frågeställningen om hur ytor inom stadsrummet kan fungera. Med analyser över områdets funktioner och oanvända områden som underlag prövas olika gestaltningar av stadsrummet. De system som kompletterar varandra bäst (genererar flest värden), behåller områdets funktioner samt fungerar bäst i relation till mellanrummens storlek tillämpas sedan i gestaltningsförslaget.

Kunskapssammanställningen, den övergripande analysdelen samt gestaltningsförslaget är tre delar av en helhet och skall dels vara en saklig konkretiserande sammanställning av tillgänglig LOD-teknik och dels en visuellt prövande framställning av ett befintligt stadsrum i Malmö. Analysen av de fyra områdena i Malmö ger exempel på hur en stad som uttalat strävar efter ett hållbart vattenomhändertagande arbetar gestaltningsmässigt med just detta. Anledningen till att del 3 föregås av en översiktlig inventering och analys av fyra befintliga ytor är för att man som läsare skall få grepp om hur olika dagvattenlösningar ett drygt decennium in på 2000-talet kan se ut.

Avgränsningar

I gestaltningsförslaget analyseras och behandlas inte nedan uppräknade ytor, vilka har behandlats som omöjliga eller svåra att ha en vattenfördröjning på:

- vägar för tung trafik eftersom dessa ytor är konstruerade för att tåla en hög belastning och därför har en kompakt vägöverbyggnad. Vägarna behandlas istället som en del av ett större omhändertagande. Eftersom lutningen på markytan låter regn- och ytvattnet rinna mot närliggande områden, såsom exempelvis refuger och kantområden, behandlas istället dessa som fördröjande system.
- broar då dessa områden ligger långt utanför mitt tekniska kunnande.
- industriområden som är avgränsade inom stadsrummet. Eftersom dessa områden är helt privata och därför inte tillhör stadens offentliga rum är inte industriområden intressanta för min undersökning.

Gestaltningsförslaget är inte beroende av ägandeförhållanden (privat/offentlig) och inte heller av nederbördsmängd inom Malmö. Jag tar således inte hänsyn till områdets beskaffenhet gällande dessa två variabler eftersom ytorna som undersöks tillhör flera entreprenörer samtidigt som de bildar en helhet. Gällande nederbördsmängden finns det inte någon information att tillgå för enskilda områden i Malmö eftersom både SMHI:s och Trafikverkets mätinstrument är uppsatta vid större vägtrafikleder vid stadens in- och utfarter och alltså inte vid de ytor som undersöks.

Gestaltningsförslaget löser inte omhändertagande av förorenat dagvatten utan är ett förslag på hur fördröjningsåtgärder kan utformas. Den kemisk-tekniska vattenreningsaspekten är inte behandlad inom detta arbete.

Gestaltningsförslaget utgår inte från hur VA, el och telekablar ligger placerade i mark, utan förutsätter att det alltid finns utrymme för mindre markförändringar ner till 50 centimeters djup. Vid större ingrepp (djupare än 50 centimeter) utgår gestaltningen från de markanvändningsdirektiv

som är redovisade i områdets detaljplaner.

För gestaltungsarbetet valdes ett av de analyserade befintliga områdena från del 2 ut, Södervärns busstorg. Anledningen till att gestaltungsförslaget utgår ifrån Södervärns busstorg är främst för att platsen aldrig har utvecklats för ett lokalt omhändertagande men också för att det i dagsläget är ett hårt tryck på i princip alla ytors funktioner. Detta gör gestaltningen av en lokal fördröjningsåtgärd svårare. Strategin vid val av område var att fokusera på helheten samtidigt som jag vill poängtera att man inte alltid behöver arbeta med hela ytor för att fördröja och åtgärda nederbördens flödestoppar. Ibland är enklare enstaka åtgärder såsom exempelvis upprustning av ett befintligt tak, nyanläggning av ett markmaterial m.m. en bra början.

Litteraturen som använts i arbetet utgörs av facklitteratur (engelska och svenska) som är relevant i förhållande till arbetets inriktning. Det gäller alltså facklitteratur inom ämnesområdet dagvatten och designlösningar (även tekniska lösningar) medan exempelvis biologiska data insamlas endast då de är avgörande för förståelsen av arbetets innehåll. Detsamma gäller tekniska data som inte rör hanteringen av vatten.

Min målgrupp är yrkesverksamma och studerande som behöver övergripande information om hur dagvattenhanteringen ser ut idag samt undrar över vilka omhändertagande system som står till buds och fungerar på små samt mellanstora ytor i en hårdgjord stad.

Definitioner av centrala begrepp

Det finns många begrepp inom ämnesområdet för omhändertagande av dagvatten som är snarlika. Under denna underrubrik förklaras därför de frekvent förekommande och kanske ibland något förvirrande begreppen i detta arbete.

Många av dessa begrepp är professionsbundna, det vill säga de används sällan av gemene man i det vardagliga språket. I arbetet finns det fler specifika begrepp inom området dagvattenhantering, men då dessa används en eller möjligtvis två gånger kommer de att förklaras direkt i den löpande texten. Källorna till begreppsförklaringarna är Stockholms Stad (C; Stockholms Stad 2002), Naturvårdsverkets (G; Naturvårdsverket, 2003) och Österbottens Förbunds (H; Bonn, C., 2003) webbsidor inom området dagvattenhantering.

Avloppsvatten: Samlingsnamn för dräneringsvatten, använt kylvatten, spillvatten och i vissa fall även dagvatten.

Dagvatten: Regn- spol- och smältvatten som rinner över vägar, parkeringsplatser och tak samt genomtränglig mark via ledningar eller diken mot en recipient.

Gråvatten eller BDT-vatten: Svagt kemiskt förorenat vatten från bad, disk och tvätt.

Infiltration: Vattnets inträngningsprocess från ett läge ovan markytan till ett läge under markytan.

Kombinerat ledningssystem: Det system som leder dagvattnet tillsammans med spillvattnet (i samma rörledning) till reningsverken

LOD: En förkortning av Lokalt Omhändertagande av Dagvatten, vilket syftar på ett omhändertagande genom direkt infiltration på nederbördsplatsen. LOD efterliknar ett naturligt vattenreningssystem där exempelvis snö eller regn rinner undan och renas utan att ledningssystem finns tillgängliga.

Perkolation: Vattnets fortsatta väg genom marken från infiltrationsytan mot grundvattnet

Perkolutionsmagasin: Nedgrävd dagvattenanläggning under jord dit ytvatten leds för att det sedan skall infiltreras från magasinet vidare ner i marken. Perkolutionsmagasin kallas även för stenkista.

Recipient: Mottagare – inom dagvattenhantering syftas det oftast på sjöar, vattendrag, reningsverk eller grundvattnet genom infiltration men kan även i enstaka fall innebära djur och växter.

Separat ledningssystem eller duplikatsystem: Innebär att dag- och avloppsvatten leds i enskilda ledningar direkt ut mot recipient.

Skelettjord: Specialutformat fyllnadslager under gator och gångvägar som gör marken genomsläpplig och skapar hålrum för växtrötters utbredning samtidigt som bärighet ges för trafik över ytan. Detta förenklar för växtens vattenupptagningsförmåga och därmed fortsatta överlevnad.

Spillvatten: Gråvatten + svartvatten

Svartvatten: Avloppsvatten från hushåll + fekalier

Transpiration: Avdunstning genom växternas blad (från vatten upptaget via rötterna).

Ytvatten: Det vatten som inte klassificeras som grundvatten – alltså det vatten som går i dagen. Exempel på ytvatten är sjöar, åar, dammar och tillfälliga vattensamlingar.

DEL 1. Vatten i staden

Det övergripande målet med detta arbete är att belysa vikten av att arbeta med stadens alla delar för att effektivisera fördröjandet av dagvatten. I del 1 problematiseras frågan om ett omhändertagande genom att positiva och negativa konsekvenser av en dagvattenhantering undersöks. Här påvisas även problematiken kring dagens nederbörd, såsom exempelvis dimensionerade regn (skyfall), som tillsammans med högre krav på innerstadens markfunktioner ger upphov till allt större översvämningrisker. Genom att belysa dagvattnets värde i stadsrummet presenteras de goda aspekterna vid synliggörandet av dagvatten. Del 1 avslutas med en genomgående beskrivning av de i dagsläget befintliga system som finns på marknaden och en diskussion om vilka av dessa system som är applicerbara i en tät stadsmiljö.

Naturlig infiltrationskapacitet

Eftersom vattnet tillhör naturens kretslopp, och därmed alltid kommer att finnas i omlopp, är det också av yttersta vikt att alltid planera för ett omhändertagande. Naturlig infiltrationskapacitet fungerar bäst i mjukgjorda områden i staden, vilka på så sätt är mest lämpade för upptagning av vatten. Viktigast för infiltrationskapaciteten är jordens beskaffenhet men även berg kan ha goda infiltrerande egenskaper, då sprickor i berggrunden skapar vattenförande kanaler som transporterar bort vattnet. För att planera för ett hållbart omhändertagande är det därför viktigt att undersöka markens magasinande egenskaper, alltså markens förmåga att hålla vatten. I växtbäklädda jordars översta 30 cm kan procenten porer ligga runt 50 %. Ett torrt område kan således uppehålla cirka 200 liter vatten/m². 1 mm regn på en kvadratmeterstor yta genererar 1 liter vatten (Persson et al., 1990). Det kan jämföras med nederbörds mängden i ett dimensionerat kraftigt sommarregn vilket ligger på cirka 150-200 mm (I; SMHI, 2012). Ett dimensionerat regn är likställt mot den nederbörd som vanligtvis kallas skyfall dvs. ett kort regn med högt nederbördsinnehåll. Vid dessa regn skall alltså en kvadratmeterstor yta kunna hålla 150-200 liter vatten. Oavsett jordmån måste alltid jordens infiltrationskapacitet och transportförmåga undersökas när man skall anlägga en dagvattenanläggning (Persson et al., 1990).

Rening och/eller fördröjning?

Det är inte alltid en rening på plats är att föredra och det är viktigt att veta de grundläggande orsakerna till varför. Kvaliteten på det ytvatten som rinner över våra vägar, marker och tak beror på halten av gifter/näringsämnen som finns i närområdet. Exempelvis kräver dagvatten från ytor med tung trafik på sikt ett mer omfattande och noggrannare omhändertagande, eftersom trafiken genererar fler miljöfarliga gifter i form av oljeföroreningar och tungmetaller, än exempelvis ett ofrafikerat hårdgjort stråk. Detta påverkar omständigheterna kring ett lokalt omhändertagande eftersom vissa vatten inte bör renas enbart på plats utan att i slutänden nå ett reningsverk (Göransson, 1994). De föroreningar man vill separera från dagvattnet är främst tungmetaller såsom bly, koppar, zink, kadmium och krom samt näringsämnen såsom fosfor och kväve (Lönngren, 2001). I Sverige försöker man därför allt oftare att rena vattnet genom naturliga processer på plats (Persson, 2010). Genom exempelvis sedimentering kan tungmetaller separeras ut medan organiska ämnen bäst binds upp genom växtlighet. Vissa näringsämnen kan även brytas ner då de utsätts för direkt solljus. Även nederbördsfrekvensen påverkar mängden giftiga ämnen i ytvattnet eftersom frånvaron av regn ackumulerar föroreningarna på

markytan (Göransson, 1994).

I dagsläget finns inte tillräckligt med kunskap om ett lokalt omhändertagande för att säkerställa att det förorenade dagvatten som slutligen når recipient inte gör mer skada än nytta om det inte får ta vägen via ett reningsverk (Viklander & Bäckström, 2008). Andra negativa konsekvenser av en lokal omhändertagning är:

- fördröjningsområden kräver regelbunden skötsel för att undvika igensättning av exempelvis olja och småpartiklar
- höjning av den normala grundvattennivån kan orsaka ras i känsliga områden (Larm, 1994)

Dock visar aktuell forskning från Luleå universitet att antalet översvämningar kommer att öka de närmsta 100 åren om inte stadens hårdgjorda ytor minskar. Det ger bland annat en negativ konsekvens i form av ökad belastning på reningsverken (Viklander & Bäckström, 2008). Således måste flödestopparna utjämnas varför en fördröjning alltid är av godo, även då vattnet senare får renas via ett verk.

Nederbördens plats i stadens rum

Problemen med reningsprocessen är oftast kopplade till begränsad areal, och inte till otillräcklig kunskap. Lokalt omhändertagande av dagvatten ses som en resurskrävande åtgärd, och den synen måste förändras. Framför allt måste privata fastighetsägare involveras mer i utbyggnaden av LOD. Det finns flera omhändertagandeåtgärder som genererar vinster, både socialt, ekologiskt och ekonomiskt - och dessa måste uppmärksammas i en levande debatt (Lönngren, 2001).

Dagvattenanläggningar måste utformas för att klara dimensionerade regn, vilket kort förklarat innebär dels korta regn (skyfall) med hög nederbördsfrekvens och dels längre ihållande regn som skapar långvariga belastningar på marken (Persson et. al., 1990). Samtidigt visar forskning att det är de mindre och återkommande regnen som bidrar med de största föroreningsmängderna (J; Larm, 2000). I del 2 av denna sammanställning kommer därför nederbörden för Malmö Stad att illustreras - för att tydliggöra regnaktiviteten och hur regnet faller fördelat över året.

När regnvatten når en bevuxen markyta suger marksubstratet till sig vattnet som växten sedan långsamt kan tillgodogöra sig. Genom transpiration frigörs därefter vattnet och lämnar växten för att återgå till atmosfären (Dunnet & Kingsbury, 2004). Generellt sett kan man därför säga att all växtlighet på något sätt är en god fördröjare av dagvatten.

Träd tar hand om mycket av det vatten som faller utan att nå markytan. Träden är dock i stort behov av vatten från stadens golv då grundvatten som ligger djupare än 1 meter oftast inte är tillgängligt för växterna. Infiltrationen som sker via markytan kan på så sätt bidra till att tillgodose växters behov av vatten (Persson et. al., 1990). Träd är dock svårare att använda i mycket hårdgjord stadsmiljö. Dels på grund av rötternas krav på vatten, vilket ofta leder till intrång i vattenledningsnätet (se exemplifiering i figur 2), och dels på grund av markens kompakta uppbyggnad. Vid plantering av träd i stadsmiljö är därför skelettjord en bra kompromiss. Skelettjord ger markens god bärighet samtidigt som substratets uppbyggnad ger gott om utrymme för rötterna att växa i. Vid plantering i skelettjord där träd får

tillgång till både trafikdagvatten och luft klarar sig träden ännu bättre (K; Alm, 2005).



Figur 2. Idag slåss stadens träd om utrymmet i marken. Ett nytt träd bör inte planteras närmre än 4 meter från en vattenledning på grund av en högst trolig, och mycket kostsam, inträngning av växtrötter. Anledning till att rötterna söker sig till ledningarna är att de kan erbjuda vatten och i kompaktare jordar, syre. Skelettjord vid en lokal dagvattenhantering är därför en god lösning för träd i hårdgjord stadsmiljö. Det ger trädet både tillgång till luft (syre) och vatten.

I princip råder det nederbördsunderskott i hela Sverige, samtidigt som skyfallen har ökat. Hur detta går ihop kan man läsa i SMHI:s rapport 2012-143. Här belyser författaren den extrema nederbördens intensitet under mätperioden 1900-2011. Rapporten påvisar att det är fler skyfall idag än under 1940-talet, vilket tidigare var den period då de intensiva regnen hade sin höjdpunkt (I; SMHI, 2012). I del 2 i detta arbete kan man även ta del av figurer som belyser nederbördsfrekvensen för Malmö under de senaste fem åren.

Fler extrema vädersituationer ger också mer dagvatten att ta hand om i stadens begränsade utrymme. Dagvattennätet är dimensionerat med maximal nederbördsmängd som beräkningsgrund (Berggren, 2007). Där användning av skelettjord är möjlig (vid exempelvis uppbyggnad av trädgropar i kompakt stadsmiljö) kan man enkelt lätta på vattentrycket utan att funktionen på omkringliggande mark förändras nämnvärt. Skelettjord är dock en mycket dyr markuppbyggnadsmetod (K; Alm, 2005).

Speciellt utsatta för vattenunderskott är växterna i det hårdgjorda stadsrummet (Villareal, 2005). Vid skyfall kan heller inte växter ta upp vatten eftersom de inte kan tillgodogöra sig den stora mängd vatten som kommer samtidigt. Det finns alltså för mycket ytvatten för reningsverken att ta hand om men för lite för stadens växter (Persson et. al., 1990). Därför behövs en fördröjande åtgärd. Exempelvis har en signifikant del av det totala dagvattnet i urbana miljöer sitt ursprung ifrån takavrinning. I bostadsområden där takytan uppgår till cirka 20 % har man sett att takens avrinning står för hela 45 % av det direkt avrunna ytvattnet (Villareal, 2005). Vid anläggning av gröna tak (se definition på s. 20) är den fördröjande effekten vid det lokala omhändertagandet således en av de viktigaste effekterna (Dunnett & Kingsbury, 2004).

Det finns även andra sätt att fördröja och rena vattnet, till exempel kan man konservera dagvatten i tankar i exempelvis källarförråd. Genom mikrobakterier kan man sedan rena vattnet direkt på plats. För att dessa

tankar skall fungera måste konstruktionen av dessa utgå ifrån vissa kriterier. Exempelvis måste det alltid finnas ett säkrat minimum av vatten i tanken. Detta minimum kan uppskattas till det maximala upptaget per dag inom det växtområde som är beroende av tankvattnet. Dessutom måste det alltid finnas luftutrymme i tanken – dels för de bakterier som arbetar med vattenreningen och dels för att minimera risken för översvämning vid dimensionerade regnfall (Villareal, 2005).

Dagvattnets värde i det urbana rummet

Vatten har en speciell inverkan på människans hälsa och är på så sätt en mycket positiv resurs i våra hårdgjorda stadslandskap. Dock finns det fler värden än hälsa som är värdefulla att poängtera när det kommer till ett synligt omhändertagande av dagvatten i stadsrummet. Dessa värden presenteras nedan eftersom en förståelse för vattnets många möjligheter och bidrag till dagens stad även ger en ökad förståelse för varför vi alltid borde planera för ett lokalt omhändertagande.

Det finns flera goda förebilder inom lokal dagvattenhantering i hårdgjord stadsmiljö i Sverige. Exempelvis fick Växjö Sveriges Arkitekters planpris 2002 eftersom ”Växjö har skapat lyckade exempel på hur man kan utnyttja vatten för att skapa en god och uppskattad stadsmiljö” (L; Sveriges Arkitekter, 2002). Samma stad har även beslutat att införa en ny dagvattenavgift - beräknad på andel hårdgjorda ytor på tomter (asfaltsytor), för att väga upp de dagvattenkostnader som exempelvis industrier och parkeringstomter undslipper på bekostnad av villaägare (M; Sveriges Radio, 2012).

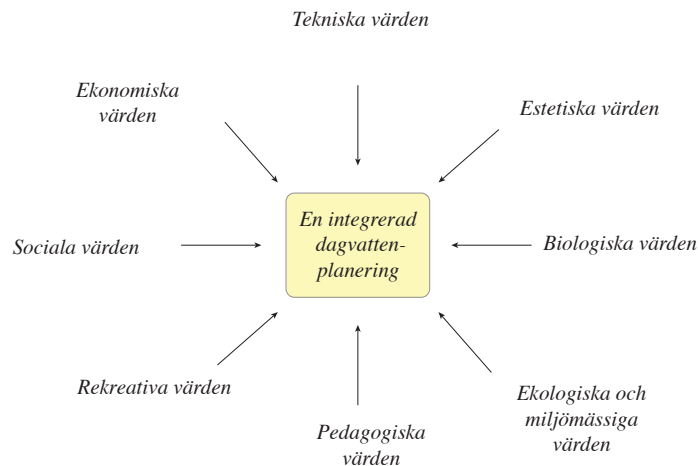
Malmö är en annan svensk stad som, genom instiftandet av en vattenpolicy år 2000, bestämt sig för att gå i bräsch för ett hållbart omhändertagande av stadens dagvatten. I dokumentet ”Dagvattenpolicy för Malmö” enas flera av stadens kommunala kontor (och Malmö Vatten) om att dagvatten härnäst skall ses som en positiv resurs och alltså inte som ett hinder för utbyggnad, förtätning eller dylikt (N; Malmö Stad, 2000). På så vis har LOD fått ökad uppmärksamhet, och flera områden har byggts ut med ett hållbart synsätt på vattnets plats i staden såsom exempelvis Bo01-området (O; Stahre, 2008).

Ett lokalt omhändertagande av dagvatten ger ofta synligt dagvatten, där fåglar kan bada och växter leva, vilket vid god utformning ger både ekologisk mångfald och rekreativa värden. Vattnets starka symbolvärde utnyttjas således i helt andra banor än tidigare, vilket ger omhändertagandet ytterligare dimensioner (Malmö Stad, 2000). De rekreativa och ekologiska dimensionerna är bara några av vattnets dimensioner, då det dessutom har ett socialt värde - människan samlas gärna på platser som har synligt vatten - samt bidrar till rummets estetiska värde då vattnet exempelvis både fungerar som gestaltungs-element och som rumsbyggande element. En mer ingående förklaring till dessa begrepp kommer under rubriken ”Vattens funktionsområden” (Göransson, 1994).

En grundidé i Malmös Vattenpolicy är att kvantitet (volym och flöde), kvalitet (föroreningsgrad) och sociala aspekter alltid skall länkas ihop vid diskussionen kring nya områden för omhändertagande. Genom att se över föroreningsinnehållet i dagvattnet, samtidigt som man tänker på hela vägen från nedslagsplats till recipient finns olika metoder för olika omhändertaganden (O; Stahre, 2008). Att planera och designa för att dagvattnet skall få synligt utrymme i stadens miljö kommer i framtiden att vara lika självklart som att ge utrymme för andra allmänna urbana ändamål (Stahre, 2004).

En noggrann process ger en långsam process. Arbetet kring Malmös utvecklande av ett samlat och övergripande dokument har tagit mer än tio år, dessutom har det tagit ytterligare åtta år att behandla dokumentet och förankra de riktlinjer det uppgett. Noggrannhet är absolut ett måste, och det krävs mycket resurser, tid och planering för att alla berörda parter skall enas om en lösning. Dokumentet från 2008 definierar mycket tydligt en samlad linje för hur dagvattnet skall behandlas, utformas och värderas (O; Stahre, 2008) och dess värde skall inte underskattas.

Det finns flera värden med en integrerad dagvattenplanering än de som tidigare påpekats (figur 3 belyser de huvudsakliga värdena). För att stödja argumentationen för att ett fördröjande eller omhändertagande, är dessa ytterligare värden viktiga att påpeka och befästa. De åtta viktigaste värdena en integrerad dagvattenhantering bidrar med presenteras i figur 3. Beroende på platsens kontext kan det synliggjorda vattnet antingen öka värdet på det befintliga stadsrummet, eller helt utgöra det fulla värdet i sig självt (Göransson, 1994). Oberoende av vilketdera, är det både empiriskt bevisat samt allmänt erkänt att vatten har en viktig plats i det urbana rummet.



Figur 3. Det finns många exempel på positiva värden vid en integrerad och öppen urban dagvattenanläggning (Stahre, 2004)

Genom vattnets hälsosamma dragningskraft får vattnet ett *rekreativt* värde och vi mår bevisat bra av att vistas i anslutning till vatten (Stahre, 2004). Då flertalet människor gärna vistas runt och nära vatten, vilket bidrar till att skapa spontana möten och upprätta grunden för en social hållbarhet ger det även ett *socialt värde* (Göransson, 1994). Dagvattnet har även ett *ekologiskt värde* i det urbana rummet, eftersom det renar nederbörden från näringsämnen samt bibehåller det naturliga kretsloppet i så stor mån som möjligt (Svensson et. al., 2002). Det *ekologiska/biologiska värdet* betonar även vikten av biologisk mångfald inom fattiga och utsatta (hårdgjorda) stadsmiljöer. Många av stadens förvaltningar har ett intresse av en varierad och ökad biologisk mångfald i hårdgjorda och exploaterade bebyggelseområden (Stahre, 2004).

Tekniskt värde syftar på att en synlig dagvattenhantering (om den har rätt skala) fyller en minst lika bra funktion som de konventionella dagvattenlösningarna (Stahre, 2004). Att säkra till exempelvis dimensionerade regn genom att låta fördröjande åtgärder i stadsmiljön hantera nederbörden som

sedan långsamt når reningscentralen, är säkrare än att låta ett överflöd av vatten skapa problematiska översvämningar i verken för att sedan gå direkt orenat mot recipient.

Dagvattnets *ekonomiska värde* innebär att det finns en ekonomisk fördel med att välja en öppen dagvattenlösning i jämförelse med en utbyggnad av det lokala ledningsnätet. För de tekniska förvaltningarna är kostnaden för en fördröjning av dagvattenflödena betydligt lägre än kostnaden för att lägga konventionella reningssystem under mark (Stahre, 2004). I kombination med de övriga positiva värden en synlig dagvattenhantering ger, ökar det ekonomiska värdet ytterligare.

Miljömässigt värde innebär att föroreningsbelastningen minskar. Genom öppna dagvattenhanteringsstråk utmed större vägar kan sedimentering av tungmetaller innebära ett första steg för att tillgodose de krav som finns gällande omhändertagande av hårt förorenat dagvatten (Stahre, 2004). Ett åskådliggörande av vattnets kretslopp har även ett *pedagogiskt värde* då det belyser vattnets egenskaper som livgivande (Göransson, 1994) samtidigt som det relativt enkelt kan användas i undervisningssyfte. Genom öppna dagvattenanläggningar kan kommuner sprida kunskap om vattnets väg från källa till recipient, risker med en ohållbar hushållning av vatten, vattnets naturliga plats i stadsrummet samt dess *rekreativa värde* (Stahre, 2004).

Vattnet har även *estetiska och rumsliga funktioner* som tillägg till de ovan nämnda. Genom våra sinnen kan vi förnimma vattnets ljud, doft och känsla. Havets vågor skulle kunna genljuda i en parisisk fontän, medan doften av alger ofta upplevs som ett vagt sommarminne. Genom vattnets många fysiska skepnader (is, snö, vätska och gas) samt genom dess olika former (droppar, blanka speglade ytor, fukt m.m.) finns det ett oändligt bibliotek av vattenupplevelser runt omkring oss. Vattnets form skapar även det en förnimmelse. En kvadratisk grund bassäng är svår att jämföra med en organiskt formad dagvattenbädd, även om det stillsamma spegelblanka vattnet som element är detsamma (Göransson, 1994).

Vattnet som gestaltungs-element

Som landskapsarkitekt borde vi arbeta med vatten oftare än det finns möjlighet till idag eftersom vatten öppnar upp rum, ytor och platser samtidigt som det fungerar som luftrenare och kan ge växter liv. Vatten är ett naturligt och mycket viktigt element för oss att arbeta med. Då tillgången på regnvatten är föränderlig, är en gestaltning med ett lokalt omhändertagande av dagvatten också ett system som måste fungera när regnet uteblir. Systemen bör alltså aldrig vara beroende av en stående vattenyta. Som landskapsarkitekt är det viktigt att kunna utforma mellanrummen i staden - både för den enskilde individen och den bredare massan - samt förstå hur en god gestaltning av vattnet ser ut.

Om nederbörden som faller hade tillåtit stanna kvar i staden, för att sedan ledas i gångar, både dolda och blottade och på så sätt komplettera den hårdgjorda innerstadsmiljön vi är så vana vid att se, hade kanske dagens vattenhantering sett annorlunda ut. Även vid torrare perioder hade man påmint om vattnet, då närvaron av de synliga systemen för omhändertagandet förtydligar vattnets frånvaro.

Vattnet har inte bara en visuell inverkan på människans hälsa. Vatten ökar även luftfuktigheten vilket medför ett förbättrat mikroklimat, dessutom renar det luften (Persson et. al., 1990). Även de arkitektoniska värdena bör betonas vid ett omhändertagande. Att forma staden efter dess vattensystem

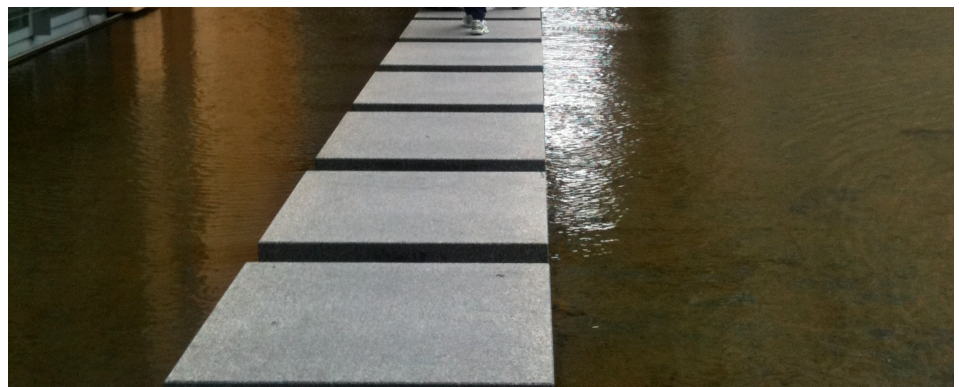
är en historisk företeelse och redan under Spaniens moriska epok, under 1300-talet, brukades vatten både som ett auditivt och visuellt element inom stadsarkitekturen, bland annat i vattenträdgården Generalife i en av Europas mest omtalade arkitektoniska verk, Alhambra i Granada, se figur 4 (Blennow, 2002).



Figur 4. Inom Alhambras byggnadsverk användes vattnet som ett rumsbyggande, auditivt och visuellt element och som ett komplement till husarkitekturen.

När grunden till en vattengestaltning är lagd finns det ytterligare många möjligheter som vatten, till skillnad från andra element, ger upphov till (såsom exempelvis ljusreflektion). Som ett väldigt talande exempel på hur vatten kan användas i en rumslig utformning är dess möjlighet att återspegla verkligheten. Det franska slottet i Versailles är det yttersta beviset för hur vattnets ljusreflekterande egenskaper bygger upp förväntningar och höjer den arkitektoniska utformningen. Andre Le Nôtre skapade genom landskapsparken i Versailles en spegelblank avbild av slottets storhet - med utgångspunkt i den falska slottsbilden från den horisontella, lägre belägna vattenbassängen i slottsträdgårdens mittrum. Eftersom vattnets speglade uttryck grundar sig i estetiken de omkringliggande elementen förmedlar, i samspråk med vattnets faktiska rörelse och form, påverkas även uppbyggnaden av rummet därefter.

Stående vatten kan användas som en avskiljare, en samlare, ett ledande eller som ett omfamnande element (se figur 5). Dessa användningsområden kan även kombineras, vilket bilden nedan illustrerar ett exempel på. Här verkar vatten både som ett ledande och omfamnande element. Vatten kan präglade såväl stora som små rum. (Göransson, 1994).



Figur 5. Vatten som ett omfamnande och ledande element. Markens och platsens funktioner behöver inte gå förlorade utan kan istället förstärkas genom att integrera öppna vattenytor i staden (Göransson, 1994).

Vattnets förmåga att skapa och framkalla ljus, ljud, färg, form och rörelse innebär även att dess främsta egenskaper i hög grad är förknippade med våra sinnesupplevelser av det. Eftersom våra sinnesupplevelser är personliga, kan atmosfären i rummet antingen tilltala eller repellera betraktaren (Dreiseitl et.al., 2001). Det finns många goda exempel på ljussättning av vatten och i ljusutställningar såsom exempelvis Lights in Alingsås (se figur 6) och Winter Lights in Linköping finns vatten som återspeglade och stämningsförmedlande element ofta med.

Vattnet har genom sina egenskaper även förmågan att spridas i samlad form (samt samlas i spridd form). På så sätt kan exempelvis öppna dagvattenkanaler fånga upp de många spridda ytorna med nederbörd, samla ljudförnimmelsen av dessa och samtidigt bygga en rumsligt utformad stad.



Figur 6. Vatten är väldigt tacksamt att ljussätta då de har en stark reflektion samtidigt som rörelsen innebär att något hela tiden sker. Bilden visar en installation under Lights in Alingsås där ljus och vatten används som en berättelse om stadens kläindustrihistoria.

Vilka möjliga LOD-system finns tillgängliga på marknaden och hur fungerar dessa på en yta med höga funktionskrav?

Nedan presenteras 13 system som representerar olika typer av vattenfördröjning inom dagens stads- och trafikplanering. Systemen används i olika utsträckning, mycket beroende på hur kostsamma de är vid implementering, vilken reningsgrad de har, hur stor yta de kräver samt hur välkända de är. Exempelvis används meandrande diken ofta vid större vägprojekt eftersom det är en relativt enkel och vedertagen metod för vägsänkning där det främsta kravet är tillgänglighet för gräsklippare. På samma sätt används dagvattendammar och våtmarker ofta inom naturmarksområden där man gärna ser ett rikt djur- och växtliv.

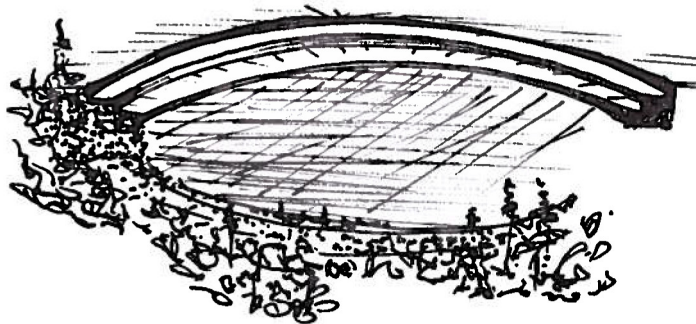
Jag har valt att kategorisera de olika alternativen efter huruvida de är synliga eller ej. Då de synliga systemen ger ytterligare estetiska värden (såsom rumsbildande, samlande och omfamnande) till stadsrummet, samtidigt som de verkar fördröjande, är en användning av dessa att föredra vid en implementering av LOD. Dock kan de synliga systemen behöva uppbackning i form av de dolda systemen för att stundvis hantera högre förorenings- och nederbörds mängder.

Synliga system

Öppna fördröjningssystem kan både vara våtmarksbiotoper som byggs för att bromsa och fördröja stora vattenflöden och hårdgjorda system som byggts för att uppehålla dagvatten vid kraftig nederbörd. Båda fördröjningssystemen minskar kostnaden för vattnets omhändertagande eftersom flödestopparna utjämnas. Öppna fördröjningssystem tillhandahåller funktioner såsom utjämning av vattenflödet nära källan och är även så kallade tröga system – det vill säga att ytan i sig själv kan magasinera en viss mängd vatten (Göransson, 1994). Öppna fördröjningssystem i form av våtmarksbiotoper kräver viss areal för att kunna fungera effektivt, eftersom ytan relaterar till storleken på fördröjningen.

De hårdgjorda, öppna fördröjningssystemen är samlingsrum för dagvatten, där både det stående vattnets egenskaper och frånvaron av vatten har tagits i beaktande vid utformningen. Platsens förutsättningar får styra hur området gestaltas men slänterna till området skall vara relativt flacka med en maximal lutning på 1:4-1:10. Slänterna kan även vara gräs- och vegetationsbeksädda. Eftersom ytan inte får en permanent vattenspiegel, bör den kläs med olika tilltalande markmaterial, och då den är mycket flexibel kan den ha flera användningsområden (se figur 7). Dessutom har ytan ett gestaltningsmässigt värde genom sin formbarhet (Thysell, 2011).

Öppna fördröjningssystem kombinerar användningen av den semihårdgjorda ytan med att låta den bli infiltrerande vid behov. Vid utformningen av ett öppet fördröjningssystem måste en förutsättning vara att vatten kan bli stående utan att ytan förlorar sin funktion. Många av dagens hårdgjorda ytor i staden fungerar som öppna fördröjningssystem utan att vara menade som det, och är därför inte heller optimalt utformade för sitt ändamål.



Figur 7. Ett öppet fördröjningssystem har en huvudsaklig funktion när systemet är torrt, såsom exempelvis sittplats, gradäng eller amfiteater, och en annan vid nederbördsväderlek. Då förvandlas den huvudsakliga funktionen till att fördröja och omhänderta dagvatten.

Infiltrationsytor kan man se överallt, både i staden och utanför. Det som skiljer infiltrationsytor från översilningsytor är att vattnet får ledas in över ytan från ett koncentrerat inflöde, vilket alltså inte är fallet med översilningsytor (J; Larm, 2000). En infiltrationsyta leder inte bort vatten utan infiltrerar det - utan konstant vattenspiegel - direkt på plats (Persson, 2010). En infiltrationsyta är vanligtvis en gräsbeksädd yta, men även andra ytor med material såsom dräneringsasfalt samt grus är infiltrationsbara (Persson et. al., 1990).

Infiltration av takvatten via gräsytor är en alltmer förekommande metod i staden, eftersom den minskar risken för att de kombinerade

ledningssystemen svämmar över, med kostsamma renoveringar av exempelvis källare som följd. Då förs dagvattnet ut till en infiltrationsbar yta via förkortade stuprör (så kallade stuprörsutkastare) och hängrännor vilka inte är påkopplade till kommunens dagvattensystem, se figur 8-10. Antingen förs dagvattnet direkt ut på den infiltrerbara ytan, vilket kan vara skadligt för husgrunder eftersom vatten lätt blir stående, eller så transporteras det via en rännal av exempelvis betongsten någon meter ut från husets grundkonstruktion. Gräsmattor är ett exempel på väl fungerande infiltrationsytor eftersom huvuddelen av upptagningen sker i den översta markzonen, vilket innebär att de underliggande marklagren kan vara kompakta om bara infiltrationsytan är tillräckligt stor. För att infiltrationen skall fungera väl får man räkna med att ytan måste vara ungefär dubbelt så stor som den hårdgjorda yta där nederbörden föll (Stahre, 2004).

Det är viktigt att vidta åtgärder vid utnyttjande av en lokal infiltration, eftersom risken är stor (om ytan är för liten) att den blir mättad. Då måste det finnas möjlighet att ta hand om det överskottsvatten som inte infiltrerar marken. Detta kan ske med exempelvis en kupolbrunn, vilken når högre än den infiltrerbara ytan och således endast tar upp överskottet när ytan är mättad. Kupolbrunnen är vanligtvis kopplad till det kommunala dagvattennätet (Stahre, 2004).

Infiltrationsytor är mycket flexibla och formbara, dock kräver de en relativt stor yta för att fungera maximalt. Därför får man snarare se infiltrationsytor som ett supplement till andra system, där kravet på ytans storlek inte är en lika viktig faktor. Samtidigt måste det påpekas att alltför många infiltrationsbara ytor i staden inte används som de borde, antagligen på grund av bristande kunskap inom ämnet. Där infiltrerbara ytor redan är befintliga finns alla möjligheter för att utveckla en god lokal dagvattenhantering.



Figur 8-10. Stupröret har i figur 8 blivit bortkopplat från ledningssystemet men i väntan på ytterligare renovering leds inte vattnet ut på gräsytan för infiltration. Rännalar leder i figur 9 bort vatten från husets grund. Även i figur 10 sker avledningen från husgrund via en rännal i betong, dock har man här förbisett den angränsande gräsytan som en infiltrationsbar yta.

Öppna kanaler används återhållsamt inom stadsbebyggelsen för att leda ytvattnet mot dess slutliga recipient, då de normalt inte blir billigare att anlägga kanalsystem än underjordiska ledningssystem. Dock finns det goda gestaltningsmässiga egenskaper hos kanaler, vilka visar vattnets väg genom stadsrummet och tydliggör vattnets väg mot recipient. Dessa system kan vara infiltrationsbara, men är oftast på grund av vattnets estetiskt tilltalande egenskaper samt recipientens behov av tillströmmande vatten hårdgjorda.

Kanalsystem är spännande lösningar i miljöer där man vill påvisa vattnets närvaro i staden och där exempelvis markens egenskaper kräver att ett ytligt system anläggs. Samtidigt måste kanalerna utformas så att de inte påverkar stadsrummets övriga funktioner negativt. Eftersom kanaliserade öppna dagvattensystem medför risker i stadsmiljön (såsom exempelvis fall, feltramp etc.) måste de vara väl utformade för den specifika platsen, (se figur 12). Vid implementering av kanaler i stadsmiljö har man även sett att mängden skräp ökar vilket kräver utökad skötsel i dagvattenområdet (O; Stahre, 2008).



Figur 11 och 12. Över hela världen arbetar man idag med öppna kanalsystem. I Berlin har ett helt bostadsområde låtit sitt spillvatten renas genom öppna system i stadsrummet (figur 11). På så sätt får man en konstant tillströmning av vatten. Genom att placera stålplattor över dagvattenkanalerna i alla korsningar (figur 12) och framför entréer har man behållit rummets funktioner samtidigt som man har undvikit många av de risker som fanns med det öppna dagvattensystemet i Västra Hamnen, Malmö.

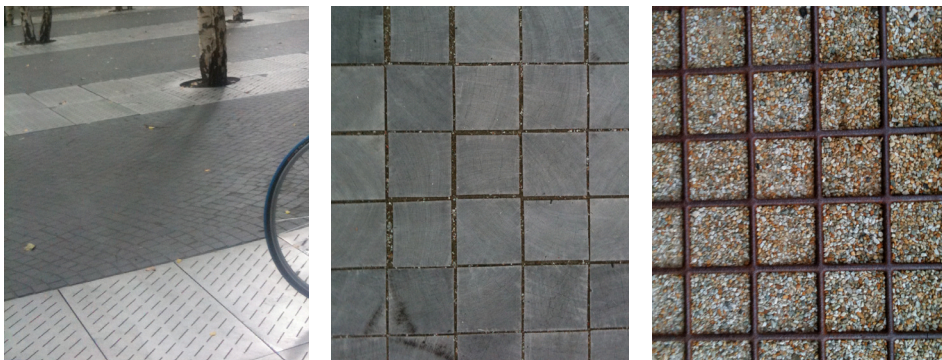
Trots de extra åtgärder som krävs för att anlägga ett öppet kanaliserat dagvattensystem tillför synliggjort vatten stora värden till stadsmiljön. Just därför kan det vara extra motiverat att tänka vidare på en användning av dessa system. Kanalsystem har genom sitt funktionella och pedagogiska värde fått genomslag i hela världen och otaliga exempel på goda lösningar finns. Som flexibla lösningar fungerar de som moduler, och är vid rätt utformning väldigt formbara samtidigt som stadens rum har möjlighet att behålla sina funktioner. Dock kräver varje specifik plats en egen riskbedömning, vilket innebär att det i vissa situationer krävs skyddsåtgärder för att systemen skall anses fungera optimalt (Stahre, 2004).

Öppna fogar och genomsläppliga (permeabla) beläggningar. Ytor med dessa egenskaper är kanske inte ytor som gemene man skulle tänka på som delar av ett dagvattensystem – men alla infiltrationsytor bidrar positivt till ett fördröjande av dagvatten. Eftersom hårdgjorda ytor är en bidragande orsak till att det finns så mycket dagvatten inom urbana områden kan man förändra markmaterialet direkt vid källan och helt enkelt byta ut den hårdgjorda ytan mot andra liknande, men mer infiltrerbara beläggningar. Exempel på genomsläppliga beläggningar är: grus- och krossytor, armerade grus och gräsytor, platt- och markstensytor med breda fogar, dränerande asfalt samt hålsten av betong och singel som lagts i genomsläppliga rasternät (Stahre, 2004).

Genom exempelvis gjutning i betong kan man säkra plattsättningsars orubblighet vilket innebär att även mer dränerande material kan användas som fog. Därmed ökar ytans vattenupptagande förmåga. Vid exempelvis träkonstruktioner i mark såsom trädäck är fogen vanligtvis luft – vilket ökar möjligheten för dolda öppna dagvattensystem. I figur 14 illustreras

en träkonstruktion i mark i form av fyrkantig träkubb med luftfogar framför ett bänkparti på Hyllie torg. Träkonstruktioner kräver dock skötsel eftersom de lätt blir hala vid stillastående vatten om de inte behandlas och underhålls.

Stålkonstruktioner, såsom galler, har naturligt ett hålrum som fog vilket möjliggör en vattenhantering under markmaterialet. Stålraster fyllt med grus är en relativt vanlig syn på parkeringsplatser (se figur 15). Ett annat illustrerande exempel på en stålformation är markgaller vid trädplantering, vilket både underlättar för trädets vattentillförsel och minskar risken för direkta skador på trädets rötter (se exempel i figur 13). Samtidigt minskar gallret den typ av beläggningsskador som exempelvis uppkommer vid plantering i en asfaltyta - där rötterna ofta spränger asfalten i jakt på vatten eller luft.



Figur 13-15. Olika typer av infiltrerbara material. Stålgaller som infiltrationssystem har stora möjligheter i stadens hårdgjorda miljöer, här som övertäckningsmaterial för ett storskaligt LOD-system på SONY Center i Berlin. Öppna fogar i form av exempelvis grusarmering (figur 15) fungerar väl på parkeringsytor eftersom funktionen på ytan inte förändras nämnvärt.

Genomsläppliga material och öppna fogar har normalt en underbyggnad av något grovt och genomsläppligt material som tillfälligt kan magasinera dagvattnet som infiltrerat beläggningen. Det magasinerade vattnet transporteras sedan vidare ned genom marklagren, tills det når grundvattennivån. Eftersom porerna i dessa underliggande lager lätt täpps igen på grund av partikelstorleken hos exempelvis oljerester, vilket äventyrar hela magasineringens förmåga, är det svårt att använda sig av genomsläppliga material i områden där föroreningarna till stor del består av olja. Man kan heller inte använda sig av genomsläppliga markbeläggningar i mycket sluttande områden, eftersom infiltrationen då begränsas till en liten planare del av ytan varpå sannolikheten för en igentäppning är stor (Stahre P., 2004).

Som flexibla och formbara system är de genomsläppliga beläggningarna ypperliga eftersom de varken kräver en viss storlek på ytan eller nödvändigtvis måste förändra det hårdgjorda rummets funktioner. Undersökningar har visat att en stor del av det vatten som når beläggningssytan också avdunstar, närmare bestämt upp till 30 % (Stahre, 2004).

- *Enhetsöverbyggnad eller dränerande asfalt* är en genomsläpplig typ av asfalt som är uppbyggd med makadam och som har hundra gånger högre infiltrationskapacitet än vad som krävs för infiltrationen av ett häftigt åskregn. Kapaciteten minskar med åren, men håller fortfarande efter tio år en hög standard i jämförelse med exempelvis sten och plattor. Problemet med överbyggnaden är att dess porer täpps igen av olja och smuts ifrån trafiken, vilket innebär att den fungerar bäst på områden med mindre trafikbelastning (Persson et. al., 1990).

Som flexibelt och formbart system fungerar enhetsöverbyggnad utmärkt, med fördelen att vattnet infiltrerar ytan, att det håller väl vid vinterunderhåll och att systemet minskar risken för de skador som uppstår vid stående vatten. Nackdelarna är även de flera. Exempelvis tål ytan inte hård trafik, vilket i princip undantar de flesta ytor i stadens hårdgjorda och trafikerade rum från denna typ av överbyggnad. Den främsta nackdelen är dock att människor inte får visuell tillgång till vattnet och därmed inte uppmärksammar problematiken kring dagvattnets plats i den täta bebyggelsen.

Dräneringsmagasin har som uppgift att utjämna dagvattenflödet och kan liknas vid diken mellan regnets nedslagsplats och recipient. Magasinen är fyllda med grovt material. Dräneringsmagasinen fungerar främst på ytor och områden där grundvattnet ofta står högt och då andra magasin- och/eller infiltrationslösningar inte är möjliga (H; Bonn, 2003). Dräneringsmagasin syns ofta i vägmiljöer.

Översilningsytor är svagt sluttande vegetationstäckta ytor över vilka man låter vatten långsamt rinna (översila) (Lindvall, 2008). Översilningsytor är utformade som en bred yta med ett jämnt och spritt dagvattenflöde. För att ytan skall klassificeras som en översilningsyta får därför inte dagvattnet flöda från en koncentrerad punkt (J; Larm, 2000). Filtreringsgraden av föroreningar är beroende av växtligheten på översilningsytan, då denna både skall bromsa upp vattnets framfart (för att vattnet lättare skall infiltreras i marken) samt filtrera vattnet och fånga upp dess föroreningar. Översilningsytor utformas alltid så att vattenhastigheten är mycket låg (Larm, 1994). Dagvattnet som rinner över ytan får inte vara alltför förorenat då ytan delvis fungerar som recipient (J; Larm, 2000). Översilningsytor är mycket formbara och kan även ta upp höjdskillnader inom platser.

Gröna tak är kanske det främsta fördröjningssystemet när det gäller bromsning av dagvattnets flöde från en byggnadskropp. På byggnaden placeras ett tunt vegetationstäck, vilket håller kvar en del av nederbördsvattnet och genom avdunstning släpper ut det i atmosfären. Det övriga vattnet fördröjs på sin väg till det allmänna dagvattensystemet (Stahre, 2004). Det finns flera typer av gröna tak. Vanligtvis delas huvudgrupperna in i extensiva, enkla intensiva och intensiva gröna tak. De olika grupperingarna karaktäriseras främst av tjockleken på växtsubstratet samt på hur skötselintensiva taken är (Berndtsson et.al., 2008).

Gemensamt för gröna tak, vilka även går under namnen levande-, bruna- och ekologiska tak, är att de reducerar och fördröjer ytvattnets avrinning under nederbördstoppar vilket minskar påfrestningarna på ledningsnätet (Dunnett & Kingsbury, 2004). Gröna tak minskar dessutom energiförlusten från byggnaden, då de har en isolerande effekt (vilken både kan verka värmande och kylande). Inom den hårdgjorda staden har gröna tak ytterligare positiva effekter, då de genom upptag av energi, värme samt partiklar förbättrar mikroklimatet och sänker temperaturen (Stahre, 2004). De gröna taken ger även positiva hälsoeffekter då de bidrar till gröna utblickar i staden (Berndtsson et.al., 2008).

- *Intensiva gröna tak* är tak som ofta har ett tjockare substratlager. Därmed kan vegetationssammansättningen variera mycket. Ofta används intensiva gröna tak som takträdgårdar (se figur 16) eller designas som mindre takparker, där vegetationen består av träd, buskar, perenner och gräs. Dessa tak behöver kraftigare takkonstruktion för att bära upp tyngden från det kraftigare substratlagret än enkla intensiva och extensiva gröna

tak. Dessutom kräver de också ofta mycket underhåll och skötsel, vilket innebär att de blir kostsamma (Berndtsson et.al., 2008).



Figur 16. En intensiv takanläggning i Zürich, med både högt gräs och en pergola.

- *Enkla intensiva gröna tak* kallas de tak som främst består av gräsmatta och enkla marktäckande växter och därför behöver återkommande skötsel och underhåll (Berndtsson et.al., 2008).
- *Extensiva gröna tak* är de tak vi i Sverige oftast förknippar med gröna tak i staden. Dessa tak har mindre substratvolym än de intensiva och kan således läggas på befintliga takytor utan att takkonstruktionen behöver förstärkas, såvida den befintliga konstruktionen är ordentligt dimensionerad samt klarar den last som det faktiska substratlagret innebär (Stahre, 2004).



Figur 17. Ett extensivt sedum- och mosstak i Göteborg.

Vegetationen på de extensiva taken består vanligtvis av gräs, mossor och suckulenter, (se figur 17) (Berndtsson et.al., 2008). Denna kombination av vegetation klarar längre torkperioder samtidigt som den kan ta upp relativt mycket vatten (Stahre, 2004). På grund av vegetationens beskaffenhet är taken efter anläggning i princip helt skötselfria (Berndtsson et.al., 2008). Vegetations- och substratskiktet på ett extensivt grönt tak är cirka 3-4 cm tjockt och väger ungefär 40-60 kg/m². Dessa siffror är jämförbara med exempelvis tyngden på ett tak med betongpannor, vilket väger ungefär 50 kg/m² (Stahre, 2004).

Vid mätning av normal nederbörd ser man att de extensiva gröna taken i princip klarar av att ta upp allt det vatten ett kortare regn innebär. Vid dimensionerade regn uppnås vattenmättnad och fördröjningseffekten uteblir. Sett till det stora hela fungerar ändå gröna tak som en fördröjande åtgärd då de klarar av att ta upp cirka hälften av den nederbörd som faller. Lutningen på taket är en förutsättning för funktionen. Vanligtvis talar man om en lutning på maximalt 25 %, men en svagare lutning är att föredra (Stahre, 2004).

Som ett flexibelt system för upptagning av dagvatten i staden fungerar gröna tak mycket väl. Många av stadens tak har en lutning som korrelerar med kraven för upptagning och anläggningskostnaden för förstärkning av hustakens konstruktion kan hämtas in vid senare tillfälle eftersom de gröna taken ger minskade energiförluster i byggnaden. Eftersom byggnader, och således tak, upptar en stor andel av stadens hårdgjorda ytor hade en implementering av gröna tak minskat effekterna av dagvattnets rörelse över mark. Därmed hade de övriga systemen för fördröjning kunnat användas i mindre skala.

Idag ses gröna tak som en självklar del i den hållbara staden, men används ibland som en anledning att få öka andelen hårdgjord markyta. Tänker man så gör man det väldigt enkelt för sig. Gröna tak skall användas som ett komplement och inte som en ersättning då de sällan är tillgängliga för människan och således saknar många av de värden den gröna marken ger.

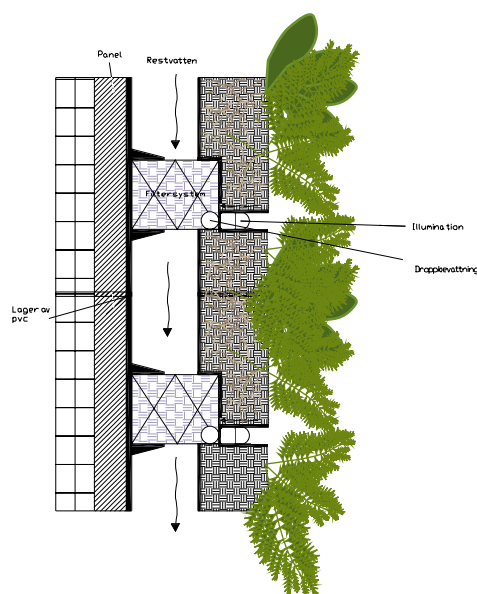
Gröna väggar är vertikala grönytor som ofta skapas mot byggnaders ytterväggar men som även kan skapas som fristående element, då med syfte att dela in rummet, minska buller med mera. Det finns flera olika uppbyggnader av gröna väggar, var den klassiska klätterväggen och den mer tekniskt uppbyggda vertikala gröna väggen utgör de två huvudgrupperna. Skillnaden mellan de två gröna väggarna är vart växtligheten är förankrad vilket i sin tur påverkar upptaget av partiklar och vatten (Q; Journal of Commerce, 2009).

- På *klassiska gröna väggar* är delar av växtligheten förankrad direkt i mark eller i lådor som ligger en bit ovan mark (se figur 18). Gröna väggar kan vara beklädda med olika typer av klättrande växtlighet, beroende på hur de är förankrade i mark, och kräver relativt lite skötsel. De klassiska gröna väggarna är därmed enklare uppbyggda än de gröna väggar som består av en vertikal substratkonstruktion. (Q; Journal of Commerce, 2009).



Figur 18. En ovanligare form av gröna väggar, här som faktisk byggnadskropp, Zürich.

- *Vertikala gröna väggar* är däremot uppbyggda genom ett vertikalt containersystem där växtsubstratet placeras på väggen. Dessa gröna väggar är ofta beklädda med växtlighet i form av mossor och bräken då de både kan ta upp förorenade partiklar och vatten direkt ur stadsluft samtidigt som exempelvis mossor till viss del tål uttorkning (Q; Journal of Commerce, 2009) Ett exempel på hur en sådan uppbyggnad kan se ut ges i figur 19.



Figur 19. Så här kan ett uppbyggt container- och bevattningssystem för en vertikal grön vägg se ut.

Gröna väggar fördröjer i dagens läge förhållandevis lite dagvatten, men har ändå positiva effekter eftersom de bidrar med grönska, isolerar byggnader och på så sätt minskar energiförluster i stadsmiljön. Dessutom håller gröna vertikala väggar nere stadens temperatur (urban heat island) (Eleftheria & Jones, 2006) samt bidrar till den ekologiska och biologiska mångfalden eftersom dess växtlighet tillför gröna ytor där mindre djur och insekter kan uppehålla sig. Klassiska gröna väggar användes därför flitigt vid utbyggnaden av det miljömässigt hållbara stadsrummet i Västra Hamnen, Malmö (O; Stahre, 2008). Gröna väggar har också god förmåga att rena luften i staden, då vegetation ovan mark fångar luftpartiklar som sedan sköljs bort med regnvatten (P; Peck et.al., 1999).

Gröna väggar har under 2000-talet kommit starkt och blivit en ikon för den hållbara stadsutformningen. Det finns goda exempel på användningen av gröna väggar i Europa, speciellt i länder med jämnare klimat än Sverige såsom Schweiz (se figur 18), Frankrike och Storbritannien. På ännu varmare ställen är gröna väggar populära för sin isolerande (och därmed kylande) effekt. Ju varmare och torrare land, desto större kylande effekt har de gröna väggarna (Eleftheria & Jones, 2006). De används fortfarande relativt sällan i Sverige, antagligen beroende på klimatet och på skötselaspekten. Som fristående element i rummet kräver väggarna inledande underhåll i form av återplantering och kontinuerlig bevattning. Därmed blir kostnaden även hög i förhållande till underhållskostnaden för en hårdgjord yta.

Gröna väggar och gröna levande väggar kan användas som fristående element i stadsrummet och är en god avgränsare mellan ytor samtidigt

som de bidrar till att ge ett mycket grönt uttryck åt det hårdgjorda rummet utan att ta mycket markyta i anspråk (Gobster, 1997). Vid användning som fristående element har de en flexibel funktion eftersom de kan formas i många olika skalor beroende av ytans storlek.

Meandrande diken används vid exempelvis trafikerade leder samt i viss mån inom stadsbebyggelsen. De är bevuxna diken som är utformade för att vattnet skall slingra sig fram långsamt och därmed låta föroreningspartiklar sjunka till botten längs med vattendraget (Persson, 2010). Dikena är inte täta i botten såsom kanaler, vilket ger en ständig infiltration.

Meandrande diken kräver relativt stora ytor för att vattnets hastighet skall hållas låg, och behöver även sidlutning på maximalt 7 % för att kunna ta upp tillräckliga vattenmängder vid kraftig nederbörd (dikenas djup är beroende av mängden hårdgjord avrinningsyta de förhåller sig till) (Bäckström, 2002). Som en avskild yta mellan stadens hårdgjorda rum och exempelvis en infiltrationsyta hade dock meandrande diken kunnat fungera väl. Dikena fungerar även väl inom exempelvis privata markområden eller inom kvartersbebyggelse utanför staden, där trycket på marken inte är lika stort (Stahre, 2004). Många refugområden som i dagens läge är hårdgjorda skulle kunna behandlas som meandrande diken.

Dagvattendammar/upsamlingsdammar är ur reningssynvinkel ett av de bättre systemen för omhändertagande av dagvatten i urban miljö då de har visat på mycket god rening av fosfor och kväveföroreningar genom sedimentering. Dammar konstrueras oftast som flacka områden med inre djupare delar eftersom dagvattendammens uppgift är att rena genom sedimentering (vilket innebär att det måste finnas tillräckligt djup för det sediment som skall sjunka till botten). Det finns flera faktorer som påverkar sedimentationen, exempelvis resuspension, som betecknar en omflyttning av sedimenterat material, vilket kan uppstå då dammen får en snabb, tillfällig vattentillströmning eller ligger i ett utsatt blåsigt läge (exempelvis vid havet). En bred damm som är placerad vinkelrätt mot vindriktningen och har en stor mängd växtlighet löper en liten risk för att bli utsatt för resuspension. Flacka dammar med mycket växtlighet gynnar också närsaltsavskiljning (Persson, 2010).



Figur 20. En uppsamlingsdamm för dagvatten i Berlin.

Som flexibla system fungerar dagvattendammar väl, då de kan utformas på många möjliga sätt. Dock är dagvattendammar i dagsläget relativt ytkrävande vilket försvårar för dess användbarhet i urbana miljöer eftersom de inte kan upprättas på vilken plats som helst (Villareal, 2005). De kräver även relativt mycket underhåll för att inte sättas igen, och kan lätt ge ett lite smutsigt uttryck. Djupa dammar kan dessutom vara problematiska ur säkerhetssynvinkel (O; Stahre, 2008).

Ser man till dammens goda fördröjande förmåga är det en anledning till att implementera mindre uppsamlingsdammar i den hårdgjorda miljön, hur en sådan kan se ut ges exempel på i figur 20. Mindre uppsamlingsdammar fungerar inte som de konventionella dagvattendammar man kan se inom exempelvis våtmarks- och naturområden, vilka oftast har hög biologisk mångfald och är mycket stora. De mindre uppsamlingsdammarnas huvudsakliga funktion är att fördröja och magasinera dagvatten. Därför fungerar mindre uppsamlingsdammar väl vid exempelvis uppsamling av dagvattnet från kanalsystem (O; Stahre, 2008). Dessa dagvattendammar har inte samma renande förmåga som de större dammarna, men kan hålla relativt mycket nederbörd vid skyfall. På så sätt ger de en flexibilitet i förhållande till de omgivande ytorna i staden.

Vegetationen som dammen innehåller är mycket viktig för dess renande egenskaper (Persson, 2010). Även skötseln av denna vegetation betyder mycket för om dammens funktioner upprätthålls eller inte. På grund av att en kontinuerlig vattenspegel krävs av estetiska och upplevelsemässiga skäl behövs ofta ett tillskott av vatten under årets torrare perioder (Göransson, 1994). Detta är ett kostsamt problem för dammar utan grundvattenkontakt i stadsmiljö.

Rain Gardens är en liten grön ansamlingsyta med extra goda infiltrationsegenskaper i en för övrigt hårdgjord miljö. Ytan är formad för att omhänderta rikligt med dagvatten från omkringliggande tak, vägar och andra hårdgjorda ytor. Genom att den ligger i en sänka samt har en väl tilltagen, väl-dränerad överbyggnad (cirka 30 cm) kan ytan infiltrera mycket dagvatten, vilket sedan söker sig ned till grundvattnet. Vegetationen brukar bestå av inhemska buskar och gräs/örter vilka skall klara både torka och rikligt med nederbörd (exempel på ytans utseende ges i figur 21). Genom ytans porösa uppbyggnad (sand, kompost och odlingsjord) är tanken att vatten aldrig skall bli stående mer än 12-48 timmar. (R; Groundwater, 2012).

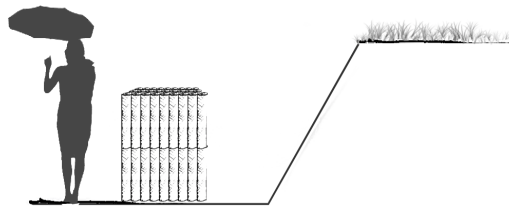


Figur 21. Rain Garden i anslutning till en hårdgjord parkeringsplats (foto från VegTech)

Rain gardens möjligheter inom det hårdgjorda stadsrummet är obegränsade, då de kräver relativt liten yta samtidigt som de tar upp relativt mycket vatten vid de kritiska tidpunkter när stora mängder vatten behöver omhändertas (R; Groundwater, 2012). Dock förlorar det hårdgjorda rummet sin funktion eftersom områdena är helt bevuxna och således inte kan användas för vare sig bil-, gång- eller cykeltrafik. Som inslag mellan två hårdgjord markmiljöer fungerar däremot systemet effektivt.

Dolda system

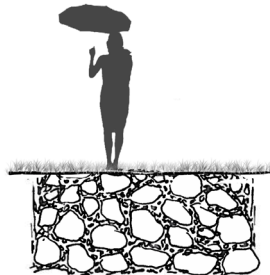
Slutna fördröjningsmagasin är hålrumsmagasin som fungerar som buffertzona under vattnets väg från nedslagsplats mot recipient. Magasinet är uppbyggt för att bromsa stora vattenflöden samtidigt som det skall tåla tung belastning. Idag har de slutna fördröjningsmagasinen dessutom en renande funktion vilket innebär att det fungerar väl i hårt förorenade miljöer. Denna egenskap beror på att det i magasinen både kan finnas oljeavskiljare samt filter för rening. Ett slutet fördröjningsmagasin kan exempelvis vara uppbyggt av plastmoduler (se figur 22), som tillåter perkolation mot omgivande mark samtidigt som det tål tung trafikbelastning. För att ett hålrumsmagasin skall fungera optimalt bör intaget skyddas mot finare partiklar (S; expo.net, 2012).



Figur 22. Ett slutet fördröjningssystem består av ett antal block, som beroende på utseende och storlek, kan klara en lodrät belastning på upp till 15 ton per kvadratmeter (S; expo.net). Dessa block kilas fast i varandra för att skapa ett större sammanhållet system vilket både renar och fördröjer stora kvantiteter dagvatten.

Perkolationsmagasin eller stenkista är diken eller gropar som är utschaktade och sedan fyllda med makadam, singel eller annat grovkornigt material (se figur 23). Då magasinet har stor porvolym kan det snabbt magasinera stora mängder dagvatten. Dock bör man se över reningseffekten innan dagvattnet når recipienten.

Genom användandet av en fiberduk runt det dränerande ditförda materialet skyddas perkolationsmagasinet från inträngning av finare material såsom sand eller lera. Magasinen kan utformas som exempelvis separata magasin, under byggnader, som uppfyllda diken eller under vägar och parkeringar (Lindvall, 2008).



Figur 23. En stenkista i genomskärning.

Vid nybyggnation av exempelvis ett bostadsområde, var det finns stora mängder infiltrerbara ytor som kombineras med gång- och cykelvägar, fungerar en anläggning med perkolationsmagasin väldigt väl. Vid anläggandet av ett perkolationsmagasin kan nämligen ytskikt och egenskaper ovan mark variera samtidigt som perkolationsmagasinet breder ut sig undertill. Dock behöver man vid användningen av perkolationsmagasin se över föroreningsgraden före vattnet når recipienten.

Underjordiska vattenmagasin användes mycket under senare delen av 1980-talet, när LOD började diskuteras på allvar. Stenkistor och perkolationsmagasin fungerade då som en god fördröjande åtgärd i bostadsområden med stor andel hårdgjord markyta, speciellt då områdena hade sluttande berg som grund (Persson et. al., 1990).

Analys av systemens värden i en hårdgjord stadsmiljö

Vid en implementering av ett LOD-system i en hårdgjord stadsmiljö finns det en mängd krav som behöver uppfyllas för att systemet skall fungera ändamålsenligt. Därtill är ett av de mål som detta examensarbete har, att platsen skall kunna fungera som den tidigare har gjort även om ytans funktioner omdisponeras. Nedan följer sex parametrar som sammanfattat presenterar de viktigaste aspekterna för ett LOD-systems implementerbarhet i en intensivt utnyttjad stadsmiljö:

- **systemet måste fungera som antingen en fördröjande- eller en omhändertagande lokal åtgärd, eller bådadera.**
- **systemet måste vara flexibelt nog för att kunna tillpassas till mycket små ytor eftersom det är på dessa ytor det skall implementeras.**
- **systemet bör även bibehålla sin funktion som ett renande eller fördröjande system även när utrymmet är begränsat.**
- **systemet bör kunna tillpassas till platsens behov och funktioner. Vid en lyckad implementering bör alltså systemen inkräkta så lite som möjligt på en plats befintliga värden och funktioner. Funktionerna får omdisponeras, men de skall tas hänsyn till.**
- **systemet bör kunna fungera i kombination med andra LOD-system.**
- **systemet får inte utgöra en risk.**
- **för att systemet skall tas i beaktande måste det även generera ett eller flera av de värden (sociala, estetiska, ekonomiska etc.) som denna sammanställning tidigare redogjort för.**

Dessa parametrar definierar och begränsar de 13 systemens användbarhet i stadsmiljö. Genom dessa parametrar kan man således även förstå vilket underliggande resonemang SWOT-analyserna i arbetets nästa del tar utgångspunkt i.

Det är viktigt att poängtera att varje enskild yta är unik, och att ytan därför måste analyseras och värderas i förhållande till de fördröjningsmodeller som är aktuella.

Reflektion över systemens implementerbarhet

Det finns både positiva och negativa aspekter vid en implementering av de dolda och synliga systemen i en hårdgjord urban miljö. Eftersom syftet med arbetet är att undersöka om fördröjande system kan integreras på stadens mindre ytor är ett av kraven att systemen måste klara en storleksförändring utan att förlora sin funktion som fördröjande och/eller magasinering. Flera av systemen är flexibla i storlek, till exempel öppna fördröjningssystem, infiltrationsytor, översilningsytor, kanaler och Rain gardens och kan på så sätt alltid implementeras oavsett markytans storlek. Dock klarar inte översilningsytor att infiltrera samma mängd dagvatten som exempelvis Rain gardens vilket innebär att avrinningsytans storlek kan vara avgörande för vilket av de föränderliga systemen som passar bäst. De system som enkelt kan förändras i storlek fungerar väl i en för övrigt hårdgjord markyta och kan i kombination med fördröjande system som tillhandahåller andra funktioner (såsom möjlighet till rörelse och tillgänglighet över ytan) ge ytterligare mervärden till det urbana rummet. Dock har flera av de flexibla systemen svårt att klara höga belastningsmängder, såsom exempelvis marktryck från fordon, vilket innebär svårigheter i ett tättbebyggt stadsrum med höga krav på ytornas funktioner.

För att stadens mindre ytor och mellanrum skall kunna tillhandahålla ett fungerande LOD-system är det alltså viktigt att ytornas funktion först definieras. Kan den nuvarande funktionen förändras eller är den nödvändig för att området skall fungera i stort? Kan ytan omdisponeras något för att skapa större sammanhängande områden för lokala dagvattensystem som på så sätt kan generera ett bättre omhändertagande? Den aktuella funktionen ligger som grund för vilket eller vilka av de 13 presenterade dolda och synliga system som kan fungera på en bestämd plats. Därför ligger **funktion** som den första av de parametrar som måste uppfyllas för att LOD-systemet skall hålla i en hårdgjord stadsmiljö. Om den huvudsakliga funktionen kan modifieras/flyttas eller ej kan först definieras efter en analys av platsens möjligheter och begränsningar. Det innebär i stort att två ytor med ungefär samma utseende och funktion på två olika platser inte har samma förutsättningar vid en implementering av ett system för ett lokalt omhändertagande av dagvatten.

De 13 system som presenterats har alla visat positiva egenskaper i form av vattenmagasinerande, fördröjande och/eller renande förmåga. Denna förmåga beror på systemets storlek och hur väl denna korrelerar till nederbörds mängden för området. Det innebär i sin tur att en fördröjande/magasinerande effekt till stor del kan utebli vid implementering av de flexibla systemen på alltför små markarealer, speciellt vid skyfall med hög nederbördsfrekvens vilket påverkar infiltrationen för ett större avrinningsområde än vid "normal" nederbörds mängd. Även mängden tillgängliga infiltrerande/fördröjande ytor inom närområdet spelar alltså roll för huruvida systemet är implementerbart eller inte.

Dagvattenmängden får aldrig bli större än det fördröjande systemet kan hantera eftersom system som är integrerade i en tät stadsmiljö då kan utgöra en risk för medborgarna (exempelvis en tillfällig översvämning på trafikerad väg). Likaså kan ett system som kräver ett djup (såsom kanaler) vid felaktig utformning utgöra en fara för fotgängare och cyklister. Eftersom ett system för lokalt omhändertagande av dagvatten aldrig får utgöra en faktisk fara i stadsrummet finns **riskfaktorn** med som en parameter. Det innebär i de flesta fall att systemet kan implementeras men att det också bör markeras eller omgärdas, exempelvis kan man anlägga ett staket runt en uppsamlingsdamm för att betona området funktion (se figur 24). Öppna

kanalsystem är exempel på lokala dagvattensystem som kan utgöra en mindre fara. Även uppsamlingsdammar kan, om de inte täcks över, utgöra en risk. Både kanalsystem och uppsamlingsdammar kan dock täckas över (se figur 12 och 13) med avsikt att bland annat låta ytornas funktioner, såsom gång- och cykelstråk, fortlöpa utan avbrott samtidigt som området inte utgör en riskfaktor i stadsrummet.

På ytor med tidvis hög vattenbelastning (där stora mängder dagvatten behöver samlas) kan översvämningsrisken utgöra en riskfaktor. På dessa ytor fungerar de system som kan magasinera stora mängder vatten bättre än de som har en långsam infiltrationsförmåga - exempelvis Rain gardens, stenkistor och uppsamlingsdammar. Dessa system har dock nackdelen att de inte tillåter tryck/belastning (av exempelvis bil, cykel- och gångtrafik) på ytan vilket innebär att de endast kan fungera som avlastningsytor. Slutna fördröjningsmagasin fungerar mycket väl på ytor och som stundvis har hög nederbördsmängd och samtidigt hög belastning (exempelvis bil- och bussvägar) då modulsystemen kan klara lodräta tyngder på 15 ton per kvadratmeter. Samtidigt är detta system dolt och bör därför kompletteras med synliga system som verkar fördröjande/omhändertagande samtidigt som de bidrar till stadsrummets utformning. De öppna systemen har även andra värden som är viktiga att belysa, såsom *rekreativa, sociala, estetiska, pedagogiska, ekologiska och biologiska värden*.



Figur 24. En uppsamlingsdamm för ett öppet omhändertagande med anslutande staket på Bo01 i Malmö.

Genom att implementera öppna dagvattensystem såsom exempelvis kanaler, uppsamlingsdammar och öppna fördröjningssystem i ett hårdgjort stadsrum, synliggörs vattnet för medborgarna. På så sätt uppmärksammas både dagvattnets problematiska och positiva sidor vilket påvisar hur komplext ett stadsrum faktiskt är. Öppna dagvattensystem visar vilka möjliga funktioner som går förlorade när vi gräver ner våra dagvattenledningar och kan därmed generera en grundläggande förståelse för vattnets kretslopp. I dagsläget gömmer vi gärna undan dagvattnet då det förenklar de hårdgjorda ytornas övriga funktioner samt skötseln av stadsrummet i stort. Dessutom kan vi bygga en tätare innerstad vilket är

ekonomiskt försvarbart. Samtidigt minskar vi den ofta tilltalande närvaron av synligt vatten och utesluter därmed vattnet som ett socialt och estetiskt gestaltungs-element.

Som estetiskt element är vatten en viktig del i utformandet av stadens mellanrum, vilket kan beskrivas som vattnets rumsbildande egenskaper. Vattnet kan stå för såväl avgränsning som omslutning. Dessutom bidrar vattnet med ljusreflektioner både i stående och rinnande vatten, vilket ger ytterligare rumsbildande dimensioner till stadsrummet då ljuset återges dubbelt. Dessa reflektioner kan i och för sig även återges i exempelvis slipade och polerade material, såsom granit och stål, men gör sig allra bäst i en naturlig vattenspegel. Rinnande vatten ger även ifrån sig ljud, vilka för många ger positiva förnimmelser. Att använda rinnande vatten som landskapsarkitektoniskt element är en mycket gammal företeelse och kan dateras ända bak till Mesopotamien (6000-3000 år f.Kr.). Eftersom det i dagsläget både är ekonomiskt oförsvarbart, ohållbart (på grund av energikrävande pumpsystem) och skötselkrävande att anlägga rinnande vattnelement inom staden är det endast anläggningar med höga anspråk på estetik (eller anläggningar där en höjdskillnad är ett naturligt inslag) som kan innehålla dessa element. Den negativa aspekten med naturliga vattenspeglar inom en tät stadsbebyggelse är, förutom att det kan utgöra en fara, att vattnet lätt kan bli smutsigt, vilket kan ge platsen ett nedgången och övergivet uttryck.

Även flera andra av de synliga system som presenterats är estetiskt tilltalande och tillför därmed estetiska värden till stadsrummet. Gröna tak och väggar fungerar avskärmande och ger grönska till ett stadsrum med övervägande andel hårdgjorda material i sten och betong. Genomsläppliga beläggningar såsom grus, makadam och kross förändrar den rumsliga stämningen och kontrasterar väl till helt hårdgjorda material som exempelvis markplattor och gatsten. Trädgaller eller armerade stålraster i exempelvis stål eller gjutjärn tillför nyanserade färger och nya material till markbeläggningen.

Det finns även synliga system som under delar av året inte är estetiskt tilltalande, men som ändå tillför värden till stadsrummet. Vid ett synliggörande av det förorenade vattnet belyser man ett problem som har funnits under många hundra år och som vi som medborgare ibland glömmer bort - att rent vatten inte alltid är en självklarhet. I många städer i vår värld är tillgängligheten till vatten viktigare än vattnets faktiska renlighet - två utmärkande exempel på sådana städer är Florens och London. Här samlas man runt det mycket smutsiga vattnet utmed Themsen, Serpentine och Arno i brist på tillgängligt rent vatten - vilket belyser vattnets sociala värde. Därmed borde dagvattenssystemens estetiska och sociala värde behandlas som en ypperlig möjlighet för att få människan att trivas bättre i en storstadsmiljö.

För att implementeringen av ett lokalt fördröjningssystem skall bidra positivt till stadens miljö får det, i enlighet med mina parametrar, inte heller verka negativ på områdets ekologiska och miljömässiga värde. Att öppna för ett lokalt omhändertagande i form av uppsamlingsdammar, gröna och levande väggar och gröna tak är att ta hänsyn till faunans plats i staden, vilket dessutom bidrar till den ekologiska mångfalden för området i stort. En ökad ekologisk mångfald bidrar till ett rikare synligt djurliv (exempelvis ökar mängden fåglar där mängden insekter har ökat) vilket bevisligen även påverkar vår hälsa positivt. CBM, Centrum för Biologisk Mångfald, har uppmärksammat platser i staden där växter och insekter som

trängts undan från sina tidigare platser utanför staden tagit som tillflyktsområden. Refuger och vägkanter är två tillflyktsytor inom staden som är mycket viktiga för den biologiska mångfalden. Genom att tillföra värden såsom ekologisk mångfald, samtidigt som de estetiska och upplevelsemässiga värdena bibehålls, kan platsens värde i stort öka. Gröna dagvattensystem, såsom gröna väggar, gröna tak, infiltrationsytor, översilningsytor och meandrande diken, ökar den ekologiska mångfalden.

De system som ger höga ekologiska och miljömässiga värden har även andra för- och nackdelar. Exempelvis ger gröna levande väggar och gröna tak upphov till minskade energiförluster inom en stad då de verkar isolerande för byggnader. De minskar därför "Urban Heat Island-effekten" (UHI), vilket i korthet är den effekt som innerstadens ökade temperaturer bidrar till och som ger upphov till både sämre luftkvalitet, ökad nederbördsfrekvens och stressade ekosystem. UHI beror bland annat på att innerstadens energiförluster är så stora. Gröna tak och väggar tar dessutom upp partiklar från luften, vilket ger en förbättrad luftkvalité och minskar risken för exempelvis astma. Gröna intensiva tak och levande gröna väggar, vilka är de synliga och gröna system som är absolut bäst på att rena luftkvalitén och magasinera mycket vatten, kräver dock återkommande skötsel. Man har sett att gröna extensiva tak, vilka mestadels är bevuxna med mossor och suckulenter, släpper ifrån sig stora mängder luftburna föroreningar genom det överflödiga dagvatten som taken inte kan magasinera vid tillfälligt kraftiga nederbörds mängder (Berndtsson, Bengtsson & Jinno, 2009). Därför bör de extensiva gröna taken helst kombineras med LOD-system på mark vars fördröjande åtgärder även är renande, såsom uppsamlingsdammar, stenkista och meandrande diken. Även här är implementeringen en kostnadsfråga, eftersom även extensiva gröna tak kräver återkommande skötsel i etableringsstadiet.

Flera av de 13 LOD-system som har presenterats fungerar mycket bra i kombination med ett annat system. Ett exempel är gröna tak i kombination med en renande system på mark såsom exempelvis meandrande diken. Ett annat exempel är perkolationsmagasin (stenkista) och öppna fogar. För att vattnet snabbt skall rinna igenom en yta med öppen fog krävs att överbyggnaden är mycket infiltrerbar och att vattnet kan fortsätta ned i markprofilen, i detta fall till ett perkolationsmagasin. På ytor med öppna fogar och genomsläppliga markbeläggningar går ytans funktioner sällan förlorade. För ytor med öppna fördröjningssystem är översilningsytor en fin kombination. Om de öppna fördröjningssystemen gestaltas rätt (det finns goda exempel på sådana gestaltningar på exempelvis skolgårdar) har de goda möjligheter att både verka pedagogiskt och socialt, dessutom främjar det en ekologisk och miljömässig mångfald om de anläggs med växtbeklädda slänter eftersom de på så sätt skapar gröna kanaler i en för övrigt hård markbeläggning. De öppna fördröjningssystemen är, liksom de genomsläppliga markbeläggningarna, flexibla och kan därmed användas i många olika stadsmiljöer. På så sätt fungerar genomsläppliga beläggningar i kombination med perkolationsmagasin mycket bra i stadsmiljöer där ytoras funktion är mycket högt prioriterade.

DEL 2. Kartläggning och översiktlig analys av fyra områden

Nedan kommer Malmö Stad att introduceras för att ge en övergripande bild över hur en stad i Sverige idag arbetar för en hållbar dagvattenhantering. Genom diagram gestaltas stadens nederbördsmängd månadsvis. Den nederbördsbild som visas motiverar en intensifierad LOD-utbyggnad och är en viktig utgångspunkt i min analys. Därefter följer en översiktlig inventering och analys av fyra områdens markbeläggningar och deras potential som framtida fördröjande dagvattensystem. Motivet till denna inventering och analys är att undersöka hur Malmö hittills har arbetat för ett lokalt omhändertagande av dagvatten och hur man tagit hänsyn till de mindre ytornas möjliga fördröjningsfunktion. Analysen poängterar även ytornas potential som fördröjande men outnyttjad resurs. Den av de inventerade ytorna som har störst potential för en förbättrad LOD-hantering kommer sedan att ligga som grund för del 3 - gestaltungsförslaget.

'Sweden is often regarded as a pioneer in the field of environmental policy and a champion of generous development assistance' (Lafferty, 2000:209).

Malmö som förebild

Malmö ligger på Sveriges sydligaste västkust och har cirka 300 000 invånare (T; Stadskontoret, 2011). Staden är en nod i utbyggnaden av Öresundsregionen med Köpenhamn och Helsingborg mindre än 45 minuter bort.

Både i Sverige och internationellt finns det mycket litteratur som framhåller Malmö Stad som en förebild inom ämnesområdet LOD. Redan under 1980-talet startade det första projektet inom dagvattenhantering i Malmö och anläggningen som då anlades på försök var våtmarksparken i Toftanäs (O; Stahre, 2008). Parken, som anlades 1989, utgick ifrån det faktum att den vattenledning som skulle leda vattnet mot Risebergabäcken - den enda recipienten inom området - inte hade tillräcklig kapacitet och därför behövde avlastning. Så påbörjades arbetet mot den hållbara vattenhanteringen i Malmö Stad (U; Delshammar & Fors, 2010). Då projektet Toftanäs våtmarksområde lyckades mycket väl fortsatte Malmö Stad med en utökad satsning mot öppna dagvattensystem i stadsmiljö (O; Stahre, 2008).

Malmö kommun har sedan 1990-talet arbetat aktivt för att kretsloppsanpassa staden och genom Ekostaden Augustenborg (1998) och bomässan Bo01 (2001) uppmärksammades återigen Malmö som en föregångare inom den ekologiskt hållbara utvecklingen (Delshammar & Fors, 2010). Där man tidigare hade sett omhändertagandet av dagvatten som en enbart teknisk lösning började man under 1990-talet se systemens mervärde i den hårdgjorda miljön (Niemczynowicz, 1999). På så sätt dök estetiskt tilltalande öppna dagvattenlösningar upp (O; Stahre, 2008).

Eftersom Malmö sedan 1990-talet har utarbetat en policy för arbetet med den hållbara staden är en utveckling av den blå staden ett utmärkt steg i denna riktning. Malmös vattenpolicy antogs år 2000 och är ett använt underlag i planeringsprocessen. Ett av huvudmålen i Malmö Stads dagvattenpolicy är att dagvatten skall ses som en positiv resurs i stadslandskapet (L; Malmö Stad, 2000). Då öppna dagvattenhanteringssystem har visat sig fungera både som ett estetiskt- och hydrologiskt värdefullt element i den urbana miljön bör implementationen av ett LOD-system

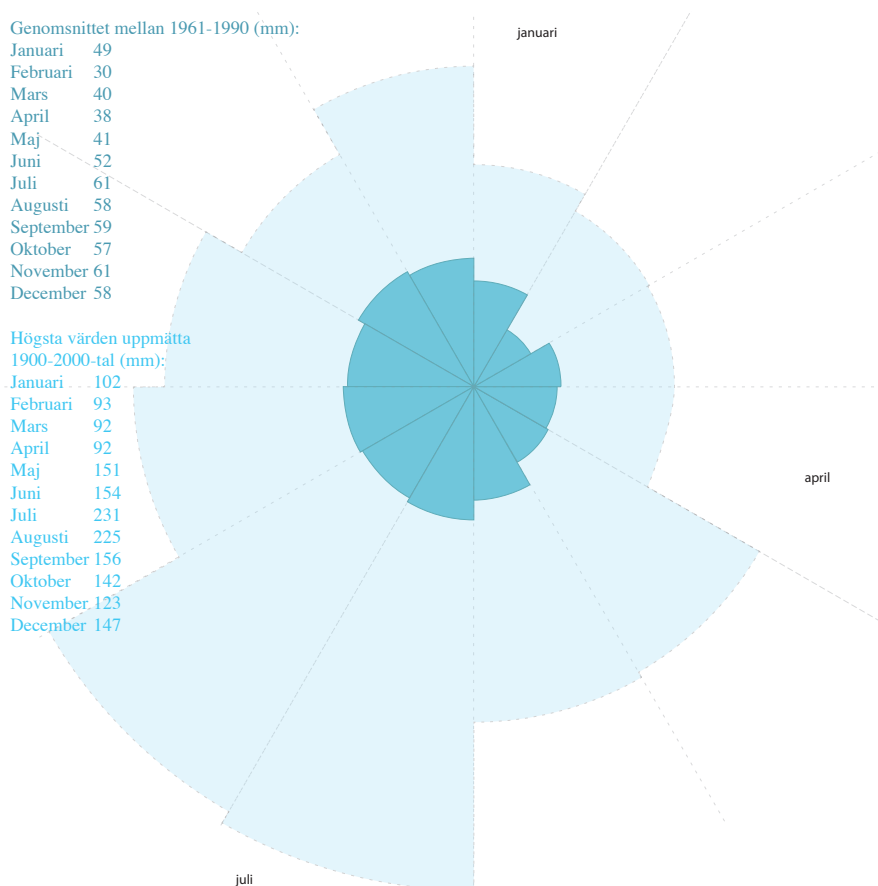
inbegripa flera professioner. Planeringen av en anläggning kan exempelvis innefatta kompetenser som landskapsarkitekter, ingenjörer och ekologer (O; Stahre, 2008).

I enlighet med Malmö Stads hållbarhetspolicy finns det flera ytor i staden där man verkligen har planerat för ett omhändertagande av dagvatten, och där man även har bevisat att den kommunala strukturen genom ett övergripande samarbete kan nå långt i sin vilja att planera socialt, ekologiskt och ekonomiskt hållbart. Samtidigt finns det många ytor inom staden där en förändring verkligen borde äga rum. Platser där man borde se möjligheter för fördröjande eller omhändertagande åtgärder för dagvatten men som idag enbart fyller en funktion, exempelvis gång- och cykeltrafik. Områden såsom cirkulationsplatser/rondeller, refuger, angränsande ytor mot trottoarer och i vissa fall även torgytor är områden som jag specifikt vill belysa i mitt fortsatta arbete.

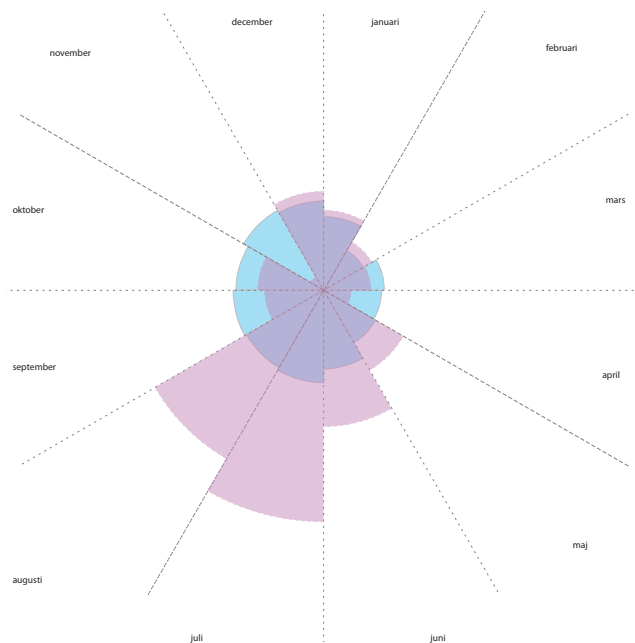
Nederbörds mängden i Malmö

I figurerna 26-30 visas nederbörden i Malmö under åren 2007-2011 månadsvis. Då Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI bara har en mätstation utplacerad i Malmös stadsområde, och regnskurar kan vara lokala, garanterar mätdata siffror inte någon exakt nederbörd för en specifik plats (förutom just den plats där mätstationen står placerad). Mätdata antyder istället en generell nederbörds mängd för Malmö Stad. På grund av osäker mätning (eftersom vatten blåser bort) måste man alltid räkna med ett minusvärde vid insamlingen av data. Även Trafikverket har tre mätstationer uppsatta runt Malmö, vid de större trafiklederna, och således kan alltså inte heller deras data visa på den direkta nederbörden för Malmö innerstad (Månsson, SMHI Malmö, 2012).

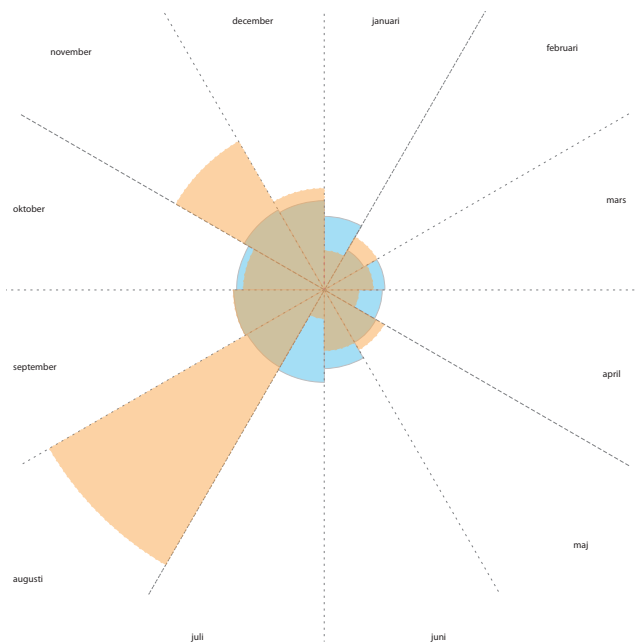
Som sammanfattning för figur 26-30 finns figur nummer 25. Anledningen till att denna visas separat är på grund av att de nästkommande figurerna enbart behandlar nederbörds mängden år för år och därför inte kan generaliseras till en gemensam slutsats. De genomsnittliga nederbörds värden som figur 25 påvisar är också de som får följa med till figur 26-30 eftersom en jämförelse av medelnederbörden är av godo för att kunna relatera till hur den faktiska statistiken ter sig.



Figur 25. Genomsnittliga (mörkblå) och högsta uppmätta värden (ljusblå) mellan år 1900 och år 2000. I figur 25 kan man utläsa att de dimensionerade sommarregnen har ökat i omfång vilket ger en ökad belastning på reningsverken och på infiltrationsytorna i staden.

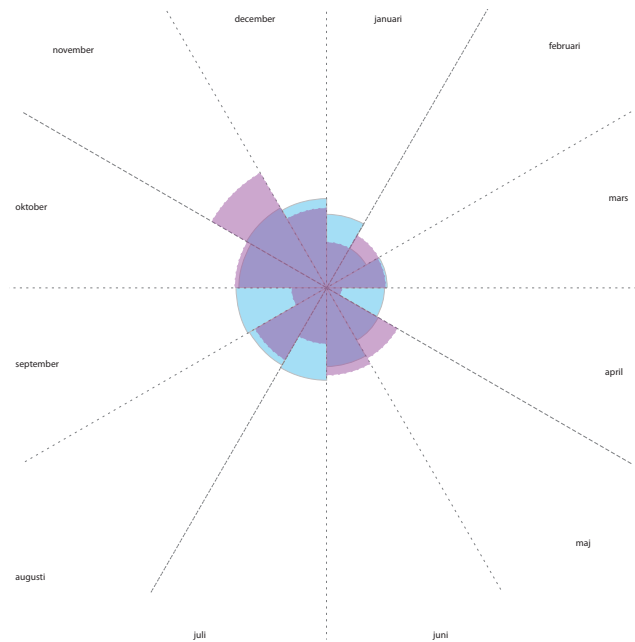


Figur 26. Nederbörden i Malmö 2011 (lila) i jämförelse med medeltalet uppmätt mellan 1961-1990 (blått). Högst är nederbörden under sommarhalvåret 2011 - vilket den även har varit under fyra av de senaste fem åren - se figur 27-31 (Källa SMHIs underlag nederbörd, solsken och strålning 2011)

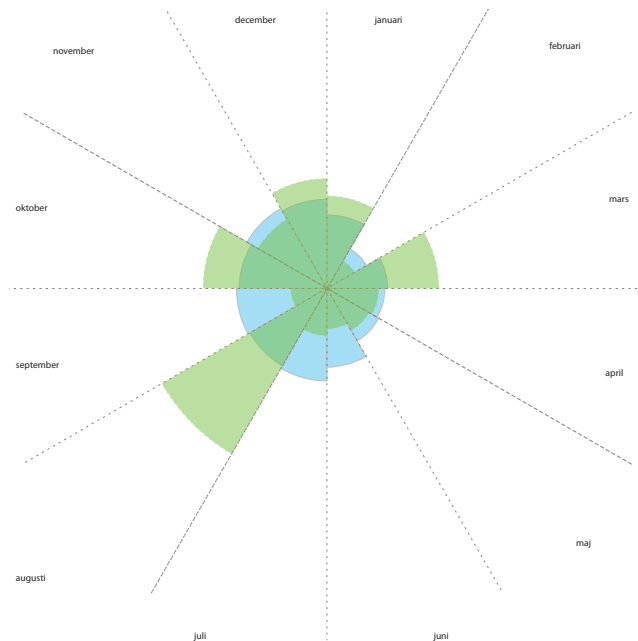


Figur 27. Nederbörden i Malmö 2010 (gult) i jämförelse med genomsnittsnederbörden under 1961-1990 (blått). Nederbörden under augusti månad var exceptionell.

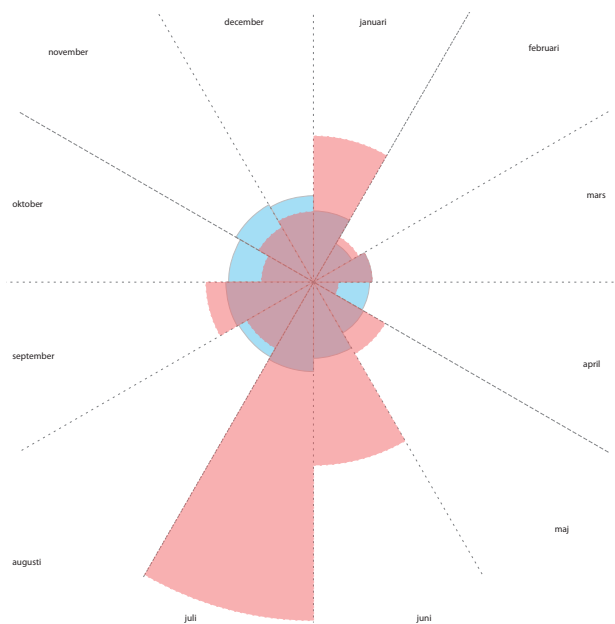
Efter torra och varma juni- och julimånader, såsom under år 2008 och 2010 (figur 27 och 29), har de översta marklagren svårt att omgående infiltrera den kraftiga nederbörd som följer i augusti månad. Eftersom de översta marklagren torkat och därmed till en början fungerar likt hårdgjorda markmaterial (den första nederbörden rinner på markytan) blir belastningen på reningsverken högre än normalt vid denna nederbörds-mängd. Det är just dessa dimensionerade regn som man behöver planera dagvattenhantering för (Persson et. al., 1990).



Figur 28. Nederbörden i Malmö 2009 (lila) i jämförelse med medeltalet uppmätt mellan 1961-1990 (blått). Observera att nederbördsmängden fortfarande ligger över medianen för 5 av årets månader.



Figur 29. Nederbörden i Malmö under 2008 (grönt) i jämförelse med medeltalet uppmätt mellan 1961-1990 (blått). Nederbörden under augusti månad var ovanligt hög.



Figur 30. Värdet för juli 2007 var det högsta någonsin uppmätta på Malmös nederbördsstationer. Även den genomsnittliga nederbörden under rekordåret slog det gamla rekordet (1927) med över 70 mm och landade nästan hela 300 mm över den genomsnittliga nederbördsmängden, att jämföra med medeltalet uppmätt mellan 1961-1990 (blått).

Under tre av de senaste fem åren har just augusti varit extremt regnigt. Det kan vara så att de som kommer ihåg sommaren 2007 också kommer ihåg den just på grund av nederbördsmängden. Österlen fick koliforma bakterier i vattnet på grund av alla översvämningar och befolkningen ombads att inte dricka det otjänliga vattnet (V; Ystad Allehanda, 2007). Det var inte tal om att marken skulle orka infiltrera nederbörden utan fördröjande åtgärder.

Det finns många åsikter om varför klimatet håller på att förändras i världen. Enligt SMHIs Rapport 2012-143, går nederbördsmängden i vågor, men att det har blivit fler skyfall under 2000-talet går ändå att utläsa (I; SMHI, 2012). Sverige är ett land som påverkas kraftigt av luftströmmar från Atlanten, och då det är mycket svårt att förutspå hur dessa kommer att röra sig framöver, är det också svårt att förutspå hur framtidens väder kommer att gestalta sig (Månsson, SMHI Malmö, 2012).

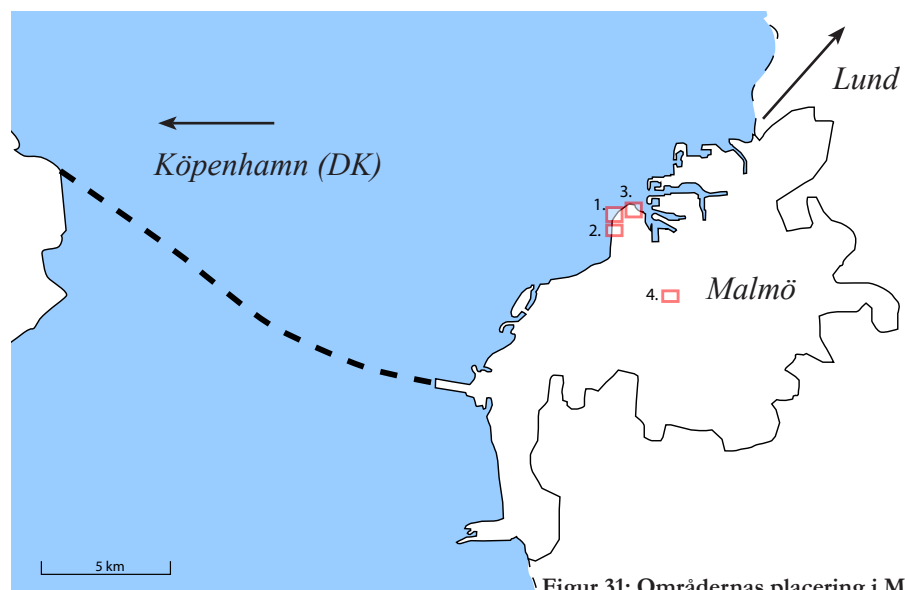
VAL AV PLATS

I denna del av arbetet, som är en grov inventering och analys av mellanrummen i fyra områden, kommer jag att presentera hur man i dagsläget arbetar, och kan arbeta, med ett lokalt omhändertagande i Malmö. De små ytornas möjlighet och sammanlagda storlek kommer på så sätt att belysas vilket ger en uppfattning om hur många dessa ytor faktiskt är.

De fyra platserna som presenteras är områden i Malmö med olika förutsättningar för en utveckling av LOD. Tillsammans visar de dagens innerstadsproblematik beträffande ytornas funktionskrav och hur dessa lämnar ett litet utrymme för grönska. Speciellt tydligt är det i innerstadsområdet Södervärn, där torgets funktion som busshållplats lämnar mycket att önska när det gäller ett lokalt omhändertagande av dagvatten. Efter en övergripande beskrivning och en översiktlig inventering av platsen och dess förutsättningar (infrastruktur, grönytefaktor etc.) analyseras platsens mindre ytor som möjliga infiltrationssystem. Då Malmö har en platt topografisk struktur samtidigt som staden ligger strax över havsnivån är det aldrig långt till grundvattnet. Just därför måste man planera för att få undan nederbörd och dagvatten på fler sätt än vad man gör idag.

De områden som undersöks, är talande exempel på antingen hur problematisk en plats kan vara eller vilka typer av befintliga lösningar man kan använda sig av. De ligger antingen i nybyggda områden (2000-tal) vid havet eller i den äldre stadskärnan. Tre av dessa områden råkar ligga i närheten av varandra rent geografiskt, men visar ändå en mycket skiftande LOD-användning. Skillnaden i hur man arbetar med ett lokalt omhändertagande är också anledningen till att just dessa områden har valts ut. De platser som i del 2 översiktligt kommer att inventeras och analyseras är:

1. Norra Bo01, Västra Hamnen
2. Kockums Fritid, Västra Hamnen
3. Nordöstra Västra Hamnen - sista etappen
4. Södervärns busstorg



Figur 31: Områdenas placering i Malmö

Med hjälp av SWOT-analys (strengths, weaknesses, opportunities, threats) som metod förtydligas platsens problem och möjligheter. På så sätt är det möjligt att visa hur respektive plats hade kunnat utveckla en integrerad dagvattenlösning. Analysen är mycket översiktlig och syftar främst till att undersöka befintliga mellanrum i staden, dess storlek samt om de hade fungerat/fungerar som LOD-system. Analys över funktionerna för området definieras och preciseras i en egen analys i det område som utsetts för det slutliga gestaltungs-förslaget.

Platsbeskrivning och analys

De följande fyra områdena i Malmö inventeras genom ett platsbesök. För att förtydliga vad området har för bakgrund startar varje del med en kort presentation av platsen tillsammans med en illustrerande beskrivning i plan. Illustrationen har som syfte att finna möjliga ytor för fördröjning.

Genom platsbesök har jag översiktligt undersökt vilka mindre ytor och mellanrum inom respektive område som i dagsläget har potential att bearbetas med en utvecklad LOD-hantering. Eftersom arbetet undersöker hur man arbetar med exempelvis mittrefuger, cykelbanor och vägkanter är det inom området viktigt att notera just dessa. De ytor som har potential att utvecklas vidare (de ytor som inte redan idag ingår i ett lokalt omhändertagande av dagvatten) är markerade i gult. De ytor som är markerade i orange är större sammanhängande ytor vars funktion måste undersökas ytterligare men som vid ett platsbesök ser ut att kunna utveckla fördröjande system.

1. Norra Bo01

Under bomässan Bo01 förvandlades delar av Malmös västligaste industrihamn, sedan länge nedlagd, till ett exklusivt bostads- och kontorsområde med målet om hållbar stadsbyggnad. Området, som idag går under namnet Västra Hamnen, blev Malmös nya ansikte utåt, med både havet och Köpenhamns horisont i sikte.

Då området skulle rensas från all industri och helt byggas upp från början fanns alla förutsättningar för en implementering av innovativa lösningar inom hållbarhetsområdet. Här fick därför Malmö Stad möjlighet att testa de tekniskt nyskapande lösningar som man tidigare inte hade kunnat pröva. Det övergripande målet var att bygga upp en hållbar stadsdel genom att fokusera på teknisk infrastruktur, kvalitativ arkitektur och stadens ekologiska miljö. Med den nya utarbetade policyn för en hållbarare stad startade således Malmö Stad ett unikt sätt att se på hållbarhet som ett holistiskt system (O; Stahre, 2008). Bland annat åskådliggjorde man vattnet i synliga system, arbetade med bergvärme för att minska på energikonsumtionen och anlade ett sopsugssystem för olika avfallsfraktioner.

Då man under diskussionens lopp fann att en tilltalande arkitektoniskt hållbar stadsmiljö innehåller både ljus, växter, kontraster och vatten kom även den fortsatta planeringen/utbyggnaden av Västra Hamnen att inriktas på dessa aspekter, dock utan samma krav på grönytefaktor (se s. 54) som södra Bo01 hade utmanat med.

Grundkonceptet för dagvattenhanteringen inom området var ett synliggöra vattenhanteringssystemen och på så sätt tillföra ytterligare estetiska och miljömässiga värden till den övriga arkitekturen. Genom att balansera schaktmassorna inom området kunde man ta tillvara på områdets jordvolym och skapa en yta som höjdes ovan mark. På så sätt fick man

avrinningsmöjligheter genom gravitation. Man planerade för både rännor, öppna dagvattenledningar, indragningen av en naturlig saltvattenkanal (se figur 32) och uppsamlingssystem för större delen av området (O; Stahre, 2008). På så sätt har Malmö Stad, genom sitt arbete i Västra Hamnen med dagvattenkanaler och uppsamlingsytor, fört det urbana och lokala omhändertagandet av dagvatten till en helt ny diskussionsnivå.

Bo01 är beläget i västra delen av stadsdelen Västra Hamnen och är den första etappen i den utbyggnad av västra Malmös hamnområde som fortfarande pågår. Området är till stor del omgivet av Öresund, och de hållbara värden man arbetade efter vid utbyggnaden blev därför naturligt blågröna. Främst handlade det om ett tillvaratagande av befintliga ytor, grönytevärden, ekologisk mångfald samt att arbeta småskaligt och ”närmre” individen.



Figur 32. Bo01: mest kända byggnad har fått samspela med saltvattenkanalens naturlika gestaltning av SLA arkitektur och Landskap.

Grönytefaktorn

Bo01 har fått mycket negativ kritik för sina byggnadsinsatser, främst för att de genom dyra tekniska lösningar och höga boendekostnader gentrifierat en hel stadsdel. Inom området hållbar stadsplanering och nytänkande har dock mycket av kritiken varit positiv. Genom Bo01 banade Malmö väg för nytänkande inom svensk vattenplanering. Som en pionjär inom området omhändertagande av dagvatten, fick framförallt det södra Bo01-området mycket uppmärksamhet för sina kanalsystem och hållbara omhändertagande av dagvatten i början av 2000-talet. Vid utbyggnaden av den nedlagda industrihamnen tog man tillvara på så mycket av den infiltrerbara marken som möjligt, samtidigt som man införde nya riktlinjer för hur man kunde öka biodiversiteten inom området. Genom att ta tillvara på

varje kvadratmeter genomsläpplig markyta och låta så många platser som möjligt gestaltas med vegetation, både på väggar och på mark, presenterades grönytefaktorn i den svenska planeringen (se figur 33).

”Tanken föddes att, för första gången i Sverige, införa en Grönytefaktor, ett relationstal för att mäta fördelningen mellan växtlighet och dagvattenhantering i förhållande till bebyggd kvadratmeteryta.”

Så skriver Agneta Persson, mässplanechef, om den i Tyskland prövade grönytefaktorn, som för första gången skulle implementeras i Sverige.



Figur 33. Klätterväxter och grönska på mark (med 0,2 respektive 1,0 poäng för varje ytmeter) finns på många platser inom Bo01-området, här på byggnad vid entrén från Stora Varvsgatan.

Grönytefaktorn, GYF, är ett mätvärde som beräknas genom addition av kvadratmetermängd genomsläppliga och gröna ytor inom området multiplicerat med en faktor för respektive kategori (se figur 35 för de olika ytornas indexvärde) delat med den arealen tomtmark. GYF slutliga värde skall minst uppnå 0,5 (Persson B., 1999) för att området skall godkännas. GYF beräknas enligt figur 34.

$$\text{Grönytefaktor} = \frac{(\text{vegetationstyp} \times \text{faktor a}) + (\text{vegetationstyp} \times \text{faktor b}) + (\text{vegetationstyp} \times \text{faktor c})}{\text{totala tomtstorlek}}$$

Figur 34. Ekvation för att beräkna grönytefaktorn för ett område

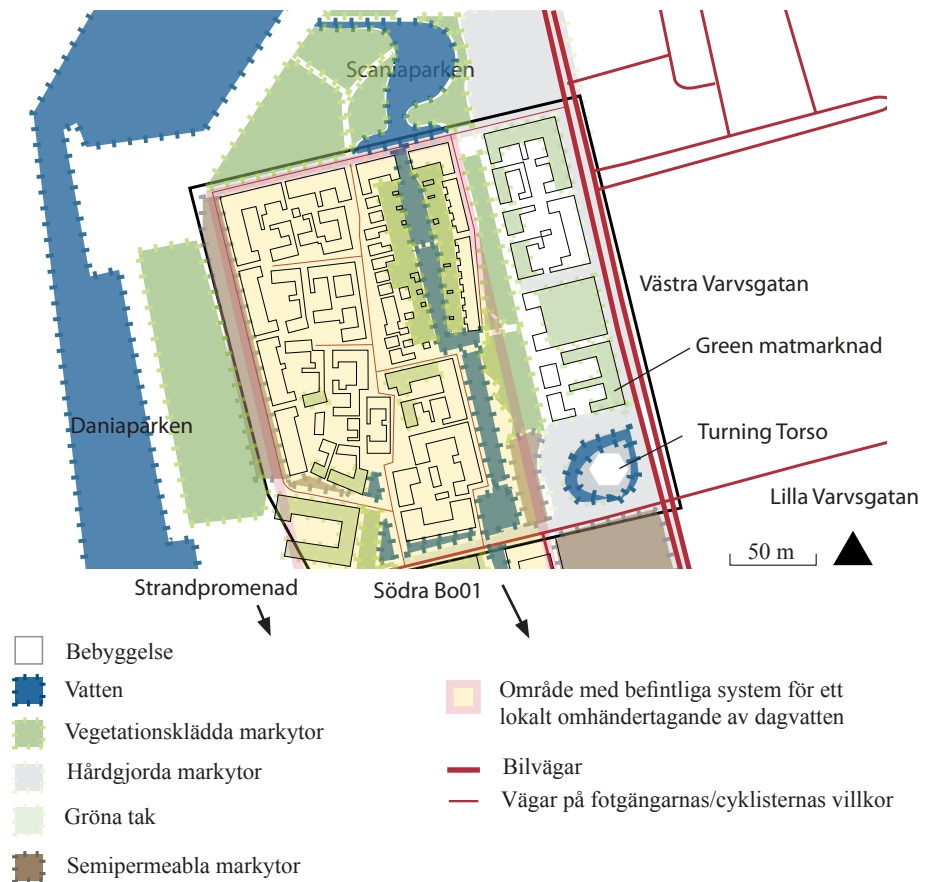
	m2:	Faktor:	Faktorberäknad yta:
Tomtstorlek:		(0,5)	
Grönska på marken:		1,0	
Grönska på väggen:		0,7	
Gröna tak:		0,8	
Vattenytor:		1,0	
Växter på bjälklag < 800 mm:		0,6	
Växter på bjälklag > 800 mm:		0,8	
Buskar och träd > 3 m:		0,2	
Träd, SO > 35:		0,4	
Kläng- och klätterväxter > 2 m:		0,2	
Täta ytor:		0,0	
Härdgjorda ytor med fogar:		0,2	
Halvöppna till öppna hårda ytor:		0,4	
Avvattnings- till vegetationsbäddade ytor:		0,1	
Uppsamlings av dagvatten:		0,2	

Figur 35. Tabell över exempelvärden vid beräkningen av Grönytefaktorn

Inventering av området

Plankartan nedan (figur 36) visar hur man även inom norra Bo01-området aktivt har arbetat med hållbarhetsvärden. Det finns både en genomarbetad och integrerad småskalighet i utformningen av det inre bostadsområdet och en mycket övergripande utbredd grön- och blå struktur för området i stort. Utöver de gröna och blå områden som syns på kartan finns även mindre bostadsgårdar med höga värden på GYF samt exempelvis vertikala grönytor, genomsläppliga beläggningar samt fladdermus- och fågelholkar. Dessa mindre bidrag till den biologiska mångfalden är svåra att utläsa i ett planperspektiv.

Den dubbelfiligt röda väg som löper vertikalt genom kartan är den väg som skiljer Bo01 från de nyare delarna av Västra hamnen.



Figur 36. Översiktlig inventering av Bo01 - ett exempel som visar hur Malmö har arbetat med LOD inom ett område med höga krav på ytornas funktioner.

Analys över områdets LOD-hantering

Styrkor:

- Området har, framförallt de innersta delarna vilka utgjorde en del av den första Bo01-etappen, utvecklat en välfungerande och lokal dagvattenhantering.
- De boende inom området är nöjda med dagvattenkanalsystemet och trots en tidigare ovisshet angående säkerheten i systemet har inga olyckor

inträffat.

- Den synliga dagvattenhanteringen har gett området en sammanhållen och stark identitet (se figur 37-39).

Svagheter:

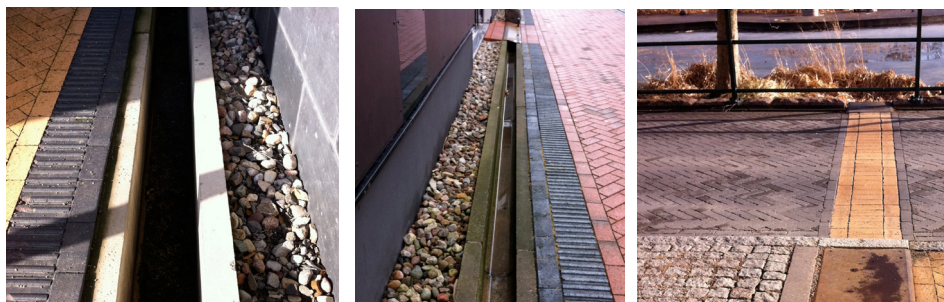
- Dagvattenkanalerna är enbart implementerade i de områden där man har höjt markytan tre meter och där gravitationen på så sätt möjliggör för ett omhändertagande.
- Skötselkostnaden för området är hög. Skötselutgifterna beror dels på det utbyggda LOD-systemet men också på att ytorna inom området har höga skötselkrav. Dessutom har områdets popularitet bidragit till en utökad kostnad för underhåll av exempelvis mark- och grönytor.
- Kostnaden för utbyggnaden av Bo01 blev högre än förväntat. Därmed kan inte områdets öppna omhändertagandet av dagvatten påvisa att LOD är ett ekonomisk gångbart alternativ till underjordiska dagvattenledningar.

Möjligheter:

- Att den starka estetiska och hållbara identitet som området har fått genom sin LOD-hantering kan öppna möjligheten för andra områden (globalt och nationellt) att utvecklas på ett liknande sätt.
- Att utveckla produkten/konceptet med de öppna dagvattenkanalerna till omkringsliggande närområde eftersom det skulle hålla ihop Västra Hamnen och ge ytterligare tyngd till de nybyggda delarna.

Risker/hot:

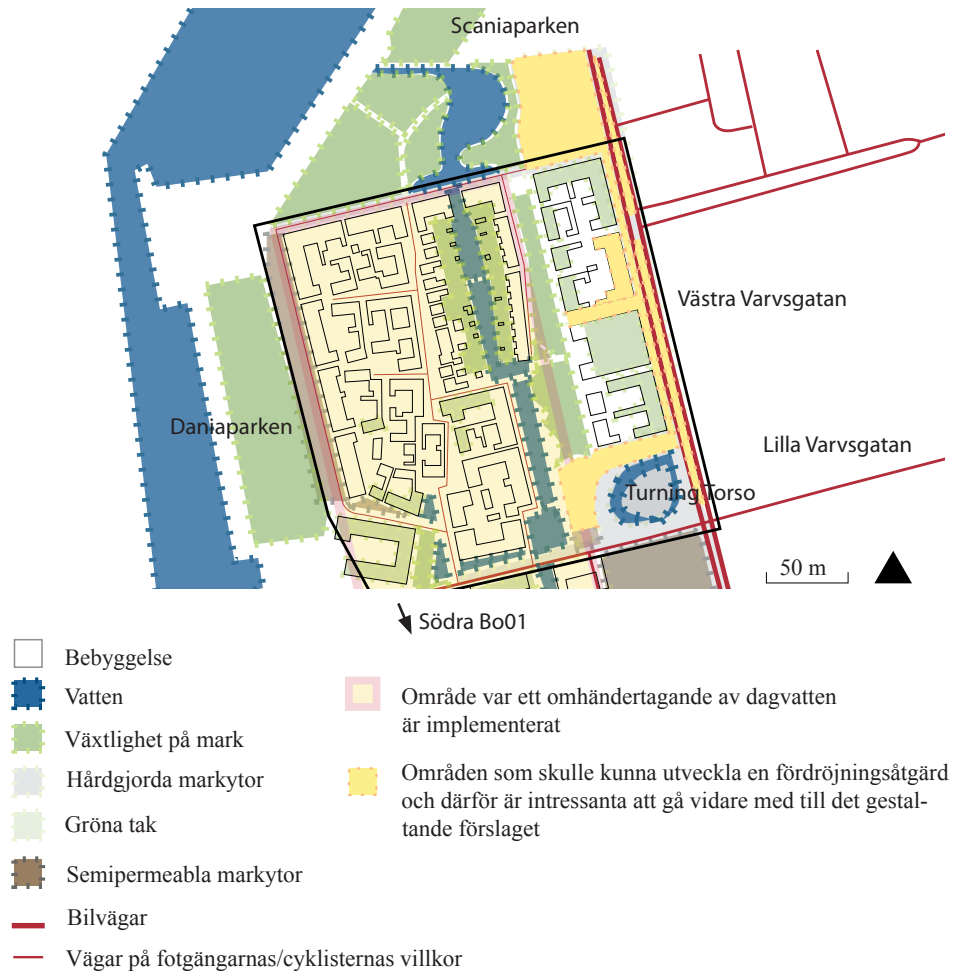
- Att man stannar vid att låta Bo01 vara ett föredöme eftersom området även visat att det inte finns en ekonomi i att bygga ekologiskt hållbart. Bo01 blev ett alltför påkostat projekt och ses därför inte som en ekonomiskt hållbar investering.
- Att man ser det lokala omhändertagandet av dagvattens nackdelar framför dess fördelar, och framhäver dessa för att understödja ett billigare bostadsbyggande.



Figur 37-39. De öppna kanalerna i Västra Hamnen håller samman Bo01 och ger området en stark identitet. De var omskrivna när de anlades, främst på grund av det estetiska greppet men också på grund av säkerhetsaspekten med de öppna och djupa (20-35 cm) kanalerna. Att planera för ett genomgående dagvattensystem för ett helt bostadsområde var inte vanligt runt år 2000. I figur 38 ser vi hur man har arbetat med övergångspassager mot bostäderna. Genom att placera stålplattor i alla korsningar (figur 39) och vid ingångspassager har man undvikit många av de risker som fanns med det öppna systemet.

Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering

Nedan (figur 40) visas en möjlig plan över vilka områden som skulle kunna utveckla ett omhändertagande med relativt små ingrepp. De ytor som jag har bedömt skulle kunna utveckla en fördröjningsåtgärd är ytor som i dagsläget består av hårdgjorda markmaterial, med endast mycket små infiltrerande möjligheter i exempelvis fogar.

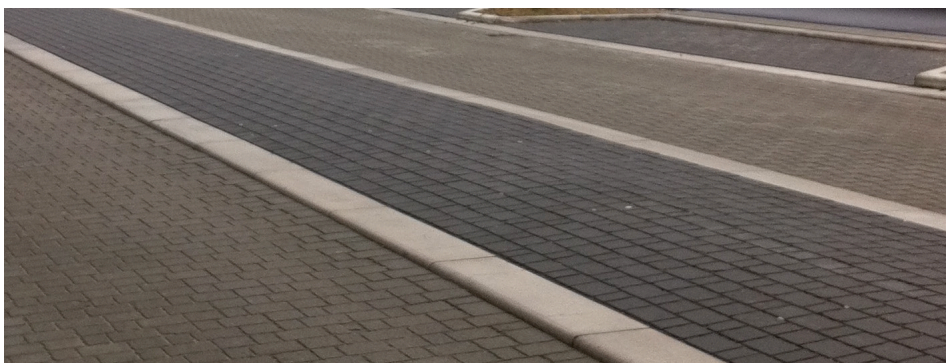


Figur 40. Översiktlig planillustration över Bo01:s möjliga områden för utökad LOD-hantering. Området är markerat med svart heldragen linje.

Bo01 har genom en enhetlig gestaltning av stadsrummet valt att ligga i framkant när det kommer till ett lokalt omhändertagande av dagvatten. Genom fördröjande lösningar inom stadsmiljön såsom vegetationsbeklädda väggar, genomsläppliga markbeläggningar, gröna tak och våtmarker samt uppsamlade vattenytor (O; Stahre, 2008) kunde den implementerade grönytefaktorn, vars värde skulle ligga på minst 0,5 och beräknas enligt tabell på sidan 54, sätta en hållbar prägel på området. Samtidigt expanderar Västra Hamnen österut med lägre krav på den hållbara stämpeln och avsaknad av den framgångsrika och hållbara grönytefaktorn.

Bo01 har efter bomässan både förtätats och byggts ut österut. De nya östra utbyggnadsdelarna har inte samma hållbarhetskrav som det äldre Bo01 och värdena för grönytefaktorn sänks därför längre österut inom ytan. Det är även här vi kan finna några mindre ytor var en ytterligare utbyggnad

av den lokala dagvattenhanteringen hade kunnat utvecklas. Omgestaltning av mittrefugen på Västra Varvsgatan är en möjlighet för att öka grönytefaktorn ytterligare (se figur 41) då man har arbetat med genomsläppliga beläggningar på andra refuger inom Västra hamnen (såsom den mycket breda refugen på nedre Västra Varvsgatan, se figur 43). Även området kring Turning Torso är i princip helt uppbyggt av täta markmaterial. Ett genomtänkt och väl utfört fördröjande system för denna yta skulle kunna utvecklas till ett globalt föredöme, då byggnaden är ett av det mest välbesökta turistmålen i södra Sverige.



Figur 41. Mittrefugen på övre Västra Varvsgatan är ett av de mellanrum som hade kunnat utvecklas i området.

2. Stora Varvsgatan - Kockums Fritid

Kockums Fritid är det område som markerar det södra inloppet till stadsdelen Västra Hamnen. Stora delar av området bebyggdes långt före bomässan 2001 (Bo01) men fick en gestaltningsmässig uppfräschning då området också fungerar som entré söderifrån.

Kockumsområdet är fortfarande under utbyggnad och man bereder plats för ytterligare service, kontor och bostäder i områdets östra delar. Eftersom det på delar av området finns som kontor/lokaler och inte enbart bostäder är det storskaligare än Bo01.

Inventering av området



Figur 42. Översiktlig inventering av Kockumsområdet, den del som är innanför den heldragna svarta linjen.

Analys över områdets LOD-hantering

Styrkor:

- Det finns många sammanhållna och gröna ytor som tar upp dagvatten inom området. Flera av dessa ligger belägna så att dagvattnet förs från områdets hårdgjorda ytor till dem, vilket bidrar till att även dessa är en del av det lokala omhändertagandet. De stora sammanhållna grönyrtorna

bidrar även till den biologiska mångfalden och håller ihop områdets övergripande struktur.

- De hårdgjorda industriytorna är på väg att omstruktureras till bostäder, kontor, service och handel vilket banar väg för ny markanvändning.
- Man kan inom området se prov på ett genomtänkt förhållningssätt till dagvattenhantering och trots att det vid utbyggnaden av området inte fanns liknande krav på ett omhändertagande (i jämförelse med Bo01) finns det ändå tydliga prov på en vilja att tänka långsiktigt hållbart. Exempelvis är vägstrukturen (gång- och cykelbanor) mycket genomtänkt när det gäller dagvattenhantering. Refugerna består antingen av ett genomsläppligt hårdgjort material (se figur 43) eller är helt gröna. På så sätt kan en del av dagvattnet inom gatustrukturen bli lokalt omhändertaget.



Figur 43. Stora delar av trafikområdet är gestaltat med genomsläppliga markytor. Här mittrefugen på södra delen av Västra Varvsgatan.

Svagheter:

- Stora delar av området är hårdgjort och erbjuder därmed små infiltrationsmöjligheter.
- Den storskaliga bebyggelsen tar mycket mark i anspråk vilket lämnar alltför lite mark över för infiltration. Eftersom större delen av bebyggelsen vare sig har gröna tak eller väggar är mängden hårdgjord yta större än markarealen vittnar om.
- Cykel- samt gångbanors ytvattenavrinning infiltreras via närliggande grönstruktur medan bilvägarnas ytvatten inte omhändertas överhuvudtaget.

Möjligheter:

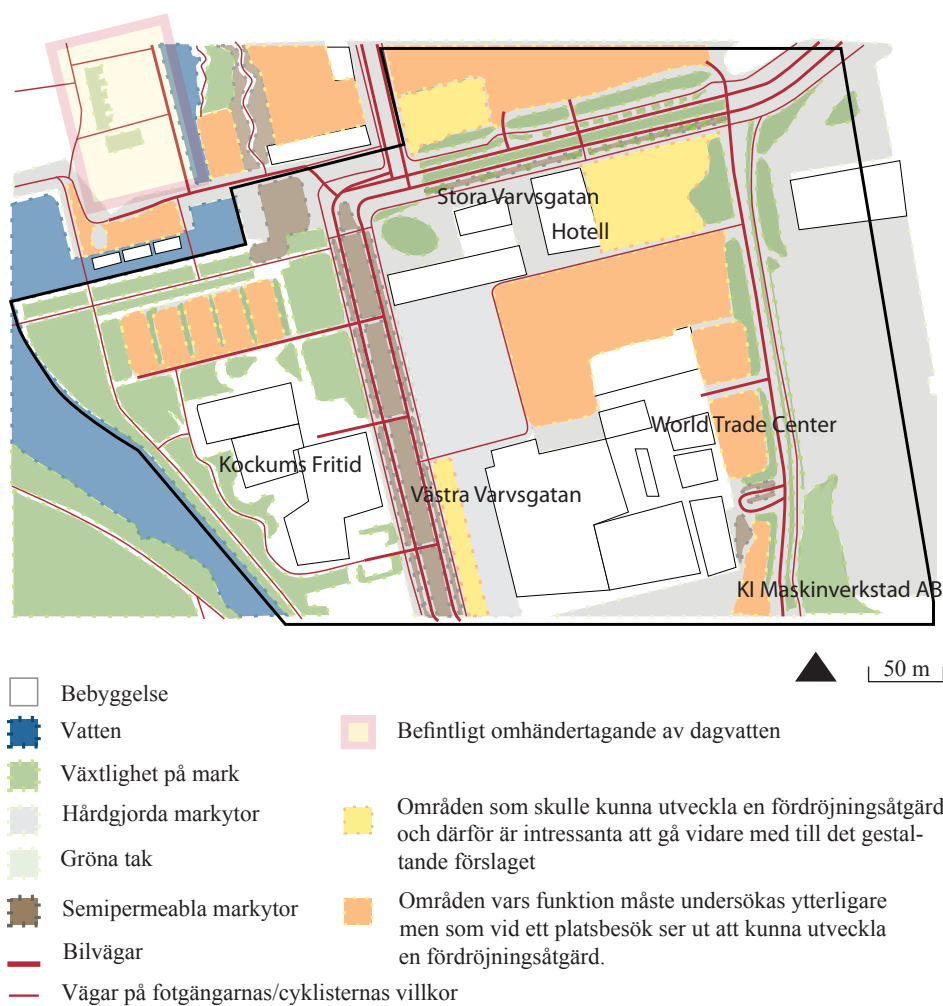
- Kockumsområdet är betydligt mer hårdgjort och storskaligt än förebilden Bo01. Därmed finns det också fler möjliga ytor att implementera ett sammanhållet LOD-system på.
- Eftersom man ser prov på att tänka på LOD, genom exempelvis vägre-fugsområdet för gång- och cykelbanorna på Stora Varvsgatan och den breda mittrefugen på Västra Varvsgatan, kan den nyplanerade strukturen förhoppningsvis fortsättningsvis gestaltas för LOD.

Risker/Hot:

- Att området får bibehålla sin hårdgjorda struktur när det ställs lägre krav på markanvändningen för området.
- Då man har valt att inte ta vara på chansen att skapa enkla och intressanta system för LOD under utbyggnadsfasen är antagligen en långsiktigt hållbar stämpel inte en prioritet för entreprenören.

Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering:

Nedan följer en möjlig plan för vilka områden som skulle kunna utveckla ett omhändertagande med relativt små ingrepp.



Figur 44. Översiktlig planillustration över området Stora Varvsgatan - Kockums fritid samt de ytor som skulle vara intressanta vid en utbyggnad av områdets LOD-system. Området är begränsat med svart heldragen linje.

Området ger stora prov på en vilja att förvalta de dagvattenstrategier som har implementerats hos grannen i nordväst, med exempelvis utbyggt lokalt omhändertagande av dagvatten på mittrefugen av Västra Varvsgatan och längs med gång- och cykelstråk på Stora Varvsgatan. Dessvärre är det enbart delar av området som är projekterade och gestaltade med LOD, då stora arealer mark fortfarande är onödigt hårdgjorda. Parkeringsområdet för Kockums Fritid, de 5 orangea rektangulära formerna i väst i

figur 44, har goda möjligheter för att själv ta hand om den infiltrering som i dagsläget leds mot de gröna ytorna i dess närhet. På så sätt hade det hårdgjorda markområdet runt Kockums Fritid fått ytterligare avlastning vid hög nederbördsfrekvens. De närliggande områdena har stor infiltrationsförmåga då de är sammantaget stora med en lång och flack lutning ner mot havet.

I de östra delarna av området lämnas mycket övrigt att önska och här finns därför områdets största möjlighet för utbyggnad av ett fördröjningssystem, dock måste ytornas funktion undersökas ytterligare innan en fördröjande åtgärd integreras. Bebyggelsen är storskalig, med företag som största hyrestagare. I den östra delen dominerar KI Maskinverkstads stora uppställningsytor för vindkraftsmoduler. Ytorna omges främst av hårdgjorda asfaltsytor men har även många starkt eftersatta och slyiga angränsande vegetationsområden som skulle kunna ta emot och fördröja nederbörden. Dessvärre leder marklutningen inom uppställningsområdet i många fall bort från vegetationsytorna. Trots det vilda och eftersatta uttrycket som vegetationsytorna bidrar med, ger de naturliga områdena både biologiska och ekologiska mervärden till platsen som helhet, och är kanske inte ett så dumt inslag i det för övrigt väldigt stramt hållna Västra Hamnen. Området i mitten, kring World Trade Center, har entréområden med genomsläppliga fogar men helt hårdgjorda parkeringsområden och även täta byggnadskroppar, utan vare sig gröna tak eller väggar. Vägnätet är också här helt belagt i asfalt.

Parkeringsområdena framför det nuvarande ICA Maxi borde också gestaltas ytterligare, speciellt då dessa ytor kunde användas som inspiration för alternativa lösningar och på så sätt bli ett föredöme för andra liknande områden. Dessutom skulle ett system för fördröjande av vattenmassor på ytor som denna exponeras för fler människor, då många olika samhällsgrupper rör sig över området, och på så sätt få ett pedagogiskt värde.

Då förlängningen av Västra Hamnens utbyggnad delvis utgår ifrån dess östra delar är det också olyckligt att hållbarhetsaspekten har minskat i korrelation till områdets längd från havet. På så sätt är inte ett lokalt omhändertagande av dagvatten en lika självklar och naturlig del av stadsmiljön. Då själva Kockumsområdet inte heller gränsar direkt mot havet, förstärks frånvaron av vatten ytterligare.

Styrkan hos området ligger i de cykel- och gångbanor (se figur 45) vars markbeläggning av asfalt avvattnas mot ett angränsande nät av genomsläppliga markmaterial, träd och gräsbeklädda infiltrationsytor, vilket innebär att den nederbörd som faller på gång- och cykelbanans asfaltsbeläggning är helt omhändertagen. Lösningen är i princip genomgående för hela områdets gång- och cykelbanor och håller även ihop gestaltningen på ett övergripande plan.

Förutom gång- och cykelstråken, samt de slyiga och överblivna infiltrationsytorna som marklutningen leder bort ifrån, finns det inget annat lokalt omhändertagande av dagvatten inom området. Med tanke på vilken potential de stora och sammanhållna vegetationsbevuxna ytorna har, samt vilka utarbetade och genomtänkta gestaltungs-grepp man har tagit för områdets refuger, är det märkligt att inte fler ytor är avvattnade mot dessa vegetationsytor.

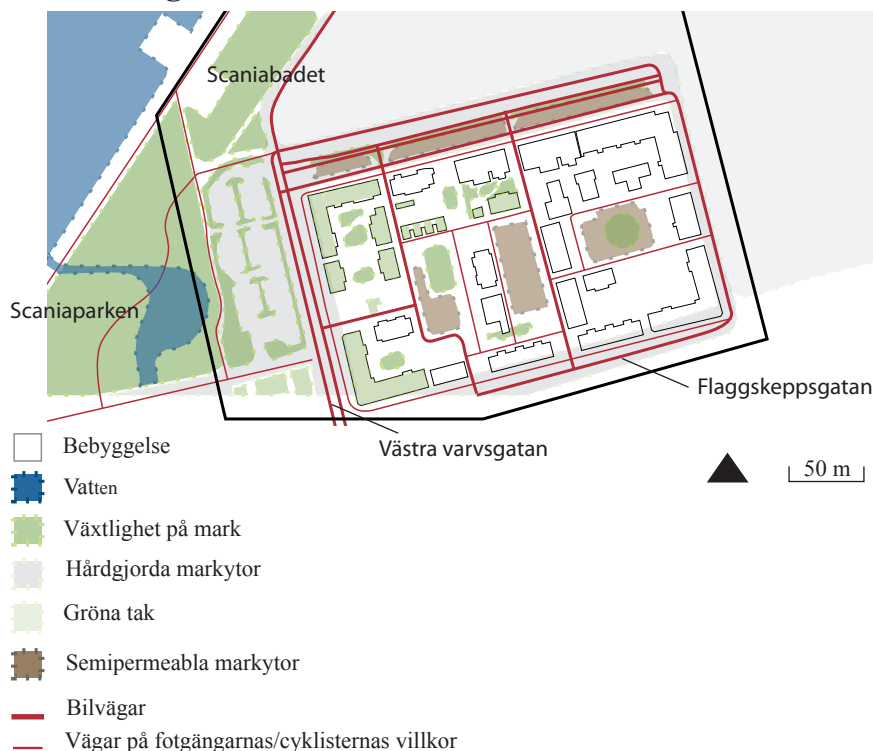


Figur 45. Gång- och cykelvägarna på Stora Varvsgatan omges av ytor som omhändertar det lokala dagvattnet. Även andra gång- och cykelvägar inom området gestaltas på liknande sätt, vilket påvisar en genomtänkt och övergripande gestaltningsplan.

3. Nordöstra Västra hamnen

Utbyggnaden av Nordöstra Västra Hamnen visar tydliga bevis på hur man inom planeringen fortsatt arbeta med den lokala dagvattenhanteringen för området. Trots frånvaron av ytor med vatten som ett gestaltningselement finns många, stora ytor med hög grönytefaktor, då genomsläppliga markbeläggningar och fogar, infiltrationsytor och gröna tak är genomgående för området. På kartan i figur 46 utgör dessa ytor de semipermeabla markytorna. Området, som till stor del gränsar mot havet, är fortfarande under utbyggnad.

Inventering av området



Figur 46. Illustrativ plan över området Nordöstra Västra hamnen.

Analys över områdets faktiska och potentiella LOD-hantering

Styrkor:

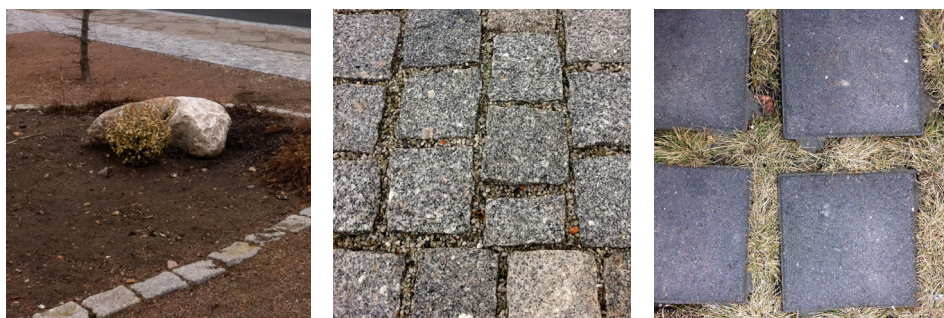
- Närheten till den indragna dammen i områdets västra del underlättar för ett naturligt omhändertagande på plats.
- Vattnet känns som ett mycket naturligt inslag i stadsrummet, dels på grund av att de omkringliggande områdena är gestaltade med indraget saltvatten, dels på grund av att förnimmelsen av det havsnära läget är påtaglig även inom den täta bebyggelsen.
- De stora grönyrtorna i områdets västra och nordvästra del kan effektivt rena mycket av den lokala nederbörden.
- Området är inte lika småskaligt som de inre delarna av Bo01 men man kan tydligt se prov på, även i plan, hur man har arbetat med småskaliga strukturer och variation inom bebyggelsen. Genom höjdsättningen på byggnadskropparna, många terrasser samt vegetationsbevuxna tak kopplar man samman det nybyggda området med Bo01 och skapar en helhet längs strandpromenaden.

Svagheter:

- Många möjliga fördröjningsområden är förbisedda.
- Inom Nordöstra bebyggelsestrukturen arbetar man mindre med vegetationsytor än man har gjort i övriga bostadsområden i Västra Hamnen.

Möjligheter:

- Eftersom området kantas av större gröna områden kan en stor del av det lokala omhändertagandet ledas mot en fördröjningsåtgärd inom den befintliga gestaltningen.
- Även den inre strukturen har stor utvecklingspotential, då inventeringen av området visar på en genomtänkt och prioriterad gestaltning med varierade och genomsläppliga markmaterial, se figur 47-49.



Figur 47-49. Inom området finns det prov på hur man genom eftertanke kan arbeta med många olika typer av genomsläppliga markbeläggningar.

Risker/Hot:

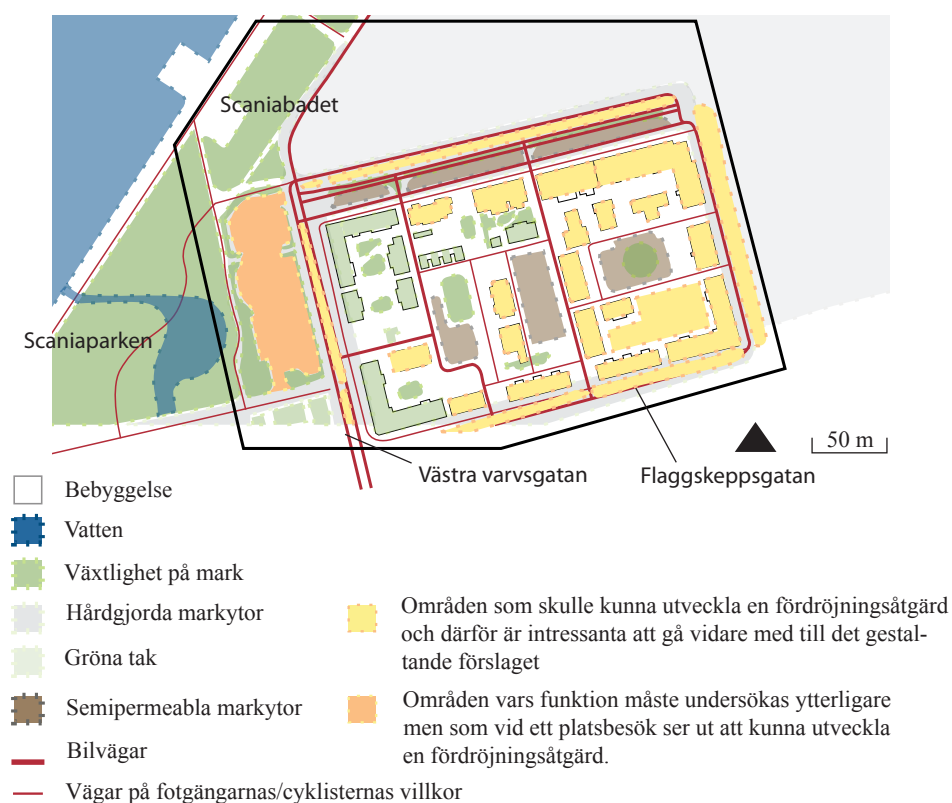
- Att utbyggnaden av området får en storskaligare struktur än det har idag och därmed minskar på de många ytor som finns tillgängliga för

utbyggnaden av ett lokalt omhändertagande.

- Att den snabba utbyggnaden av området ger för lite tid för planering av ett fungerande och effektiv LOD-system trots att intentionen för ett lokalt omhändertagande finns.
- Att det angränsande gröna och blå parkstråket utmed havet fungerar som en ersättning för inre gröna strukturerna. Därmed utelämnas alla infiltrerbara ytor till områdets yttre del.

Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering:

Nedan följer en möjlig plan för vilka områden som skulle kunna utveckla ett omhändertagande med relativt små ingrepp, utan att för den skull förlora sin funktion.



Figur 50. Möjliga ytor för en framtida LOD-hantering, inom området Nordöstra Västra hamnen.

Inom nordöstra Västra hamnen visar man tydligt prov på att eftersträva ett omhändertagande av dagvatten trots att inga öppna dagvattenområden finns tillgängliga. Stora delar av området består av genomsläppliga markbeläggningar, och även ytor som vanligtvis är hårdgjorda i en miljö där funktionskraven på marken är höga, är här semipermeabla. Dock kan man, trots de många infiltrerbara ytorna, ha svårt att länka de inre delarna av Nordöstra Västra Hamnen till övriga Västra Hamnen, dels på grund av markmaterialen, dels på grund av frånvaron av grönska inom området. Framför allt finns det mycket få beväxna marktytor (de gröna områdena på planen ovan är främst gröna tak). För nordöstra Västra Hamnen är större grönområden planerade utanför bostadskvarterens yttersta husliv.

De tre stora och sammanhållna semipermeabla ytorna inom området bidrar till att ge området en mer hårdgjord karaktär än nödvändigt. Fler vegetationsytor i angränsning till de semipermeabla ytorna hade lyft gestaltningen av området och påverkat områdets identitet positivt. Även avsaknaden av träd är påtaglig.

Vegetationsbevuxna infiltrationsytor, våtmarker och dammar fungerar bäst för avskiljandet av näringsämnen och andra föroreningar. Eftersom de inre markytorna inte länkas till dammen samt grönytorna utanför bostadsbebyggelsen, är områdets LOD-potential därmed inte utnyttjad till fullo. Då en gräsyta kan infiltrera mycket mer vatten än en genomsläpplig grusyta (på grund av bland annat portäppande föroreningar såsom olja) bidrar denna typ av utbyggnad till ett eftersatt omhändertagande av dagvatten, som alltså trots en genomtänkt gestaltning hade kunnat utformas effektivare. Eftersom bostadsgårdar och mindre områden inom småskalig bebyggelse inte har samma krav på höga trafikklasser (som exempelvis hårdgjorda parkeringsplatser) kan de lättare inkorporera ett lokalt omhändertagande av dagvatten och samtidigt bibehålla sin funktion. Just därför bör man arbeta med en tydligare grönstruktur, såsom exempelvis gröna väggar eller Rain gardens, där det är möjligt.

Alternativa fördröjningsåtgärder (till semipermeabla markbeläggningar) för dagvatten hade därför varit önskvärt inom bebyggelsen. Närheten till havet är påtaglig inom stora delar av området och rumsskapande som innefattar vatten känns därför som ett naturligt grepp. Ett gestaltungs-förslag på ett lokalt omhändertagande av dagvatten såsom exempelvis Bo01s kanalsystem eller många uppsamlingsdammar, där vatten tidvis går i dagen, hade tillfört stora värden till bostadsområdet. Den angränsande parkmarken ger goda möjligheter för ett omhändertagande av dagvatten, och hade med små medel kunnat modelleras och planeras för t.ex. fördröjning av bostadsmarkens dagvatten.

Trots att utformningen av de genomsläppliga ytorna inte är optimal måste det fortfarande påtalas att en genomtänkt gestaltning med genomsläppliga markmaterial kan hålla och fördröja stora mängder vatten. I en miljö där funktionerna på marken är mycket viktiga är den lösning som finns inom området användbar. Det är dock olyckligt att man just här, där ovanligt stora och sammanhållna gröna fördröjningsytor är en del av infiltrationsområdet, har valt att inrikta det lokala omhändertagandet mot funktionella genomsläppliga markbeläggningar såsom grus, galler och makadam istället för att exempelvis leda bort vattnet från dessa ytor med öppna kanalsystem och således få synligt vatten som ett gestaltande element.

4. Södervärns busstorg

Södervärns busstorg ligger inom stadsdelen Södra Innerstaden, vilken har en historia som är daterad flera hundra år tillbaka. På så sätt skiljer sig området mycket från de nyligen uppbyggda områdena Bo01, Kockumsområdet och Nordöstra Västra Hamnen. Före 1900-talets början tillhörde området Västra Skrävlinge socken, med ungefärlig kommungräns vid nuvarande Nobelvägen (se figur 51) (Löfström et. al., 1999).

1911 övertogs hela området av Malmö Stad eftersom Sofielund, som tillhör ligger i den östra delen av stadsdelen, hade öppna diken som avloppsdiken och därför blev en sanitär olägenhet för den angränsande staden. Dessa var man tvungen att åtgärda snabbt och under 1900-talet byggde man ut och förstörde Malmö Stads spillvattenanläggning hela tre gånger. Efter

utbyggnaden av Södervärns vattentorn anslöt sig hela stadsdelen till det kommunala vattennätet och de tidigare avloppsdikena ingick nu i stadens gatumark.

Under denna tid var stora delar av området gröna gaturum, med mycket grönska i form av häckar och träd, medan huvudgatorna var kala och hårdgjorda med en gatubeläggning som främst bestod av gatsten. De obebyggda ytterområdena bestod ofta av koloniområdesmark, då invånarna genom självförsörjning såg en chans att stärka familjens ekonomi. Det område som senare skulle bli Södervärns busstorg var vid denna tid slutstation för den regionala järnvägen och allt det råvarumaterial som användes vid uppbyggnaden av områdets bostadsbebyggelse transporterades hit med tåg (Löfström et. al., 1999).

Stadsdelen består i dagsläget av både blandad bostadsbebyggelse och industri. Mer än 40% av bebyggelsen är äldre än 1940-talet (X; Malmö Stad, 2012).

Järnvägsknutpunkter har alltid påverkat samhällsutvecklingen, då järnvägsområdet har fungerat som en barriär för den omkringliggande kvartersmarken samtidigt som knutpunkten bundit samman distanserade områden och kopplat samman samhällsklasser. Knutpunkterna har alltid haft tydliga riktlinjer i sin utformning och är därför också av gestaltningmässiga skäl intressanta att arbeta med. Södervärns knutpunkt startade som både järnvägs- och hästspårvagnsstation under 1880-talet och var bland annat en av flera hållplatser på järnvägssträckningarna Malmö-Trelleborg och Malmö-Falsterbo-Ystad. I anslutning till att stationen byggdes påbörjades även bebyggelsen av Södervärn, vilken då låg i Malmös utkant (Löfström et. al., 1999). Den gamla "Badbanan" mellan Falsterbo och Malmö var belägen på den plats där nuvarande Spårväggsgatan ligger, se figur 52 (Löfström, et.al., 1999). 1971 lades järnvägsbanan ned. 1996 upprustades busshållplatsen till det utseende det har idag (Joelsson, S., 2010). Området har en viktig funktion som trafikknutpunkt och har sedan länge varit ett hårdgjort landskapsrum (Löfström, et.al., 1999). Det känns angeläget att arbeta vidare med knutpunkten eftersom just kommunikationsfunktionen är så högt prioriterad och därmed också en så viktig del av gaturummet. Det är synnerligen intressant att undersöka vilka möjligheter det finns att implementera en fördröjande dagvattenlösning för ett lokalt omhändertagande just här.



Figur 51. Södervärns busstorg med Spårväggsgatan till vänster i bild.

Inventering av området



Figur 52. Illustrationen över Södervärns busstorg visar tydligt hur hårdgjorda stadsrummets markytor är.

Analys över områdets fördröjningspotential

Styrkor:

- Områdets centrala roll i staden är dess främsta styrka. Många använder detta stadsrum varje dag och det betraktas och värderas således av många människor. På så sätt har området potential att skapa ett uppmärksammat fördröjningssystem. Ytan är skötselkrävande (en välanvänd yta genererar mer skötsel än en oanvänd yta) och underhålls regelbundet eftersom det är en välanvänd knutpunkt. Skötsel och underhåll är oerhört viktigt vid ett omhändertagande av dagvatten eftersom ytorna där fördröjningsåtgärden finns snabbt sätts igen av föroreningar och partiklar.
- Södervärns busstorg är ett område med i huvudsak stora, hårdgjorda, öppna sammansatta strukturer (se figur 52). Östra delen av Södervärns knutpunkt, vilken ligger i angränsning till busstorgets sydöstra sida, har stora, öppna, gröna och sammansatta strukturer. Det innebär att överflödigt dagvatten från busstorgets östra delarna kan fördröjas/infiltreras direkt i dess gröna ytor. Genom endast mindre ingrepp på busstorgets hårdgjorda markytor, kan således dagvatten från torget ledas mot dess sidoområden var de infiltrerande åtgärderna/fördröjningsåtgärderna sker. På så vis skapas en koppling mellan Södervärns två delar utan att ta alltför många hårdgjorda ytor/funktioner i anspråk.

- Området är ett högprioriterat område för Malmö Stad. Inom en snar framtid skall en ombyggnad av bussterminalens tak ske, trots att terminalen byggdes under 1990-talet. Det ger Malmö stad en god anledning till att anlägga gröna tak på busstorget och förmedla signaturen som en hållbar stad.

Svagheter:

- Stora delar av området är hårdgjorda eftersom de fyller en funktion som förutsätter tung trafik över ytan. Ur ett LOD-perspektiv är detta en svaghet eftersom det ger lite utrymme för infiltration och fördröjning genom gröna vegetationsytor, vilket är de system som bäst renar dagvattnet från näringsämnen.
- Ytan har mycket höga säkerhetskrav eftersom många rör sig över den samtidigt som området är mycket trafikerat. Det bidrar till att försvåra en omdisponering av ytornas funktioner, då trafikrytmen av säkerhetsskäl inte bör förändras alltför mycket.

Möjligheter:

- Områdets centrala roll i staden hade gett uppmärksamhet åt ett flexibelt lokalt omhändertagande av dagvatten.
- De rekreativa, miljömässiga, sociala och estetiska värdena hade ökat om vatten hade integrerats som ett gestaltningselement.
- Stadsrummets potential som ett pedagogiska uterum hade lyfts vid utvecklandet av ett lokalt omhändertagande av dagvatten.
- De i dagsläget tydliga vägstråken och rörelsemönstren bidrar till en tydlig definition av användning och funktion. De tydliga avgränsningarna mellan ytans olika funktioner och rörelsemönster, skapar mellanrum som med relativt enkla åtgärder, och utan att ytans krav på funktion förändras, kan fördröja dagvatten genom infiltrerbara åtgärder.
- En väl genomförd fördelning av ytans hårdgjorda markstruktur hade lyft området gestaltningsmässigt. Eftersom den hårdgjorda markytan på västra sidan av Södervärn är helt i sten/betong ger den i dagsläget ett alltför hårt intryck.
- Det finns många utrymmen inom området som inte nödvändigtvis behöver vara helt hårdgjorda - såsom arealer runt träd, mellanrum för gångtrafikanter och busshållplatser där ytans bredd inte överensstämmer med dess funktion (se figur 53 samt 54).



Figur 53 och 54. Flera platser är mer hårdgjorda än vad dess funktion kräver.

Risker/Hot:

- Områdets tydliga funktioner, såsom säkerhet och rörelse över ytan, måste sättas i första rummet. Även om vissa funktioner endast utnyttjas kortare perioder under dygnet, måste ytan vara dimensionerad och anlagd utifrån dessa funktionskrav.
- Säkerheten kring ett lokalt omhändertagande är avgörande för att området skall vara brukarvänligt. I fallet med Bo01 har man sett att öppna kanalsystemen och de övriga ytorna för ett lokalt omhändertagande inte är en riskfaktor om man använder tydliga avgränsare. Södervärn används dock flitigare än bostadsområdena i Västra Hamnen och säkerhetsaspekten (vid ett lokalt omhändertagande av dagvatten) är därför extremt viktig.
- Ett lokalt omhändertagande av dagvatten i en så pass hårdgjord och förorenad stadsmiljö som Södervärns busstorg bör inte innebära att dagvattnet når grundvattnet utan rening i ett reningsverk. Vid omhändertagande på ytor som dessa bör man enbart tala om fördröjande system. På så vis når det förorenade dagvattnet ett reningsverk vid ett senare tillfälle, när regnet har bedarrat och verkets kapacitet är högre.

Möjlig utveckling av områdets dagvattenhantering:

Nedan följer en möjlig plan för vilka områden som skulle kunna utveckla ett omhändertagande, utan att för den skull förlora sin funktion.



Figur 55. Det finns stora potentiella sammanhållna ytor inom Södervärn för implementeringen av fördröjningssystem för LOD.

Avsaknaden av genomträngliga markbeläggningar är slående vid ett platsbesök på Södervärn, vilket man även kan utläsa från figur 55. De

krav som platsens funktioner ställer på marken är höga, ytorna skall klara konstant rörelse med stora laster och bussar skall även kunna parkeras utan att markplattorna sätter sig. Funktion går här framför form, men vad händer med de övriga ytorna inom platsen, vars funktion är mera sekundär? Det gäller ytor som ligger i gränslandet mellan hållplatser, gång- och cykelvägar samt entréer.

Det finns många busshållplatser som hålls separerade från de övriga körfälten inom området samtidigt som tydliga gång- och cykelvägar skär genom ytan på ett relativt säkert sätt, väl avgränsade från den övriga biltrafiken. Funktionellt är ytan uppdelad i större gångstråk, med tydliga övergångsställen och markerade hållplatsområden. Bussar kan relativt ostört (från övrig trafik) vända inom knutpunkten och det finns även många korttidsparkeringar för väntande bussar. Det korsande cykelstråket under terminaltaket är möjligtvis det som främst stör fotgängare och också är en riskfaktor inom området.

Gestaltningsgreppet med raka linjer i form av enhetliga markmaterial som håller samman både de västra och östra sidorna (ända bort till sjukhuset) är tydligt. Området har en hårdgjord karaktär med betoning på grönska i form av träd (och i de östra delarna även gräsytor). Dessvärre har flertalet av dessa omfattande skador och sjukdomar. Trädstammen omges av markgaller, vilken underlättar för fotgängare och cyklister. Det är också en av få genomsläppliga markbeläggningar.

Södervärn är en intressant plats ur många aspekter. Dels har Södervärns busstorg många refuger och mellanrum som är mycket intressanta för en fortsatt inventering och analys, dels är området i dagsläget så hårdgjort att man värjer sig från att omdisponera ytornas funktioner. Samtidigt har området många möjligheter. Södervärn är en viktig plats ur ett stadsutvecklingsperspektiv, speciellt då Malmö företräder den hållbara staden. Därmed behövs en fungerande kollektivtrafikplats och en kommunikativ nod, som inte bara behandlar det kollektiva resandet utan även företräder en social, kulturell och ekologisk mångfald i ett långsiktigt ekonomisk perspektiv. Därmed borde områdets tydliga struktur av förgångna trafikideal omgående behandlas.

På grund av platsens utmaningar och funktionskrav kommer jag att genom gestaltungsförslaget fortsätta undersöka hur en fördröjande dagvattenlösning kan gestaltas och vilka system som passar i en miljö, där i dagsläget funktion kommer långt före form.

DEL 3. Gestaltungsförslag för Södervärn, med inriktning mot dagvattenstrategier

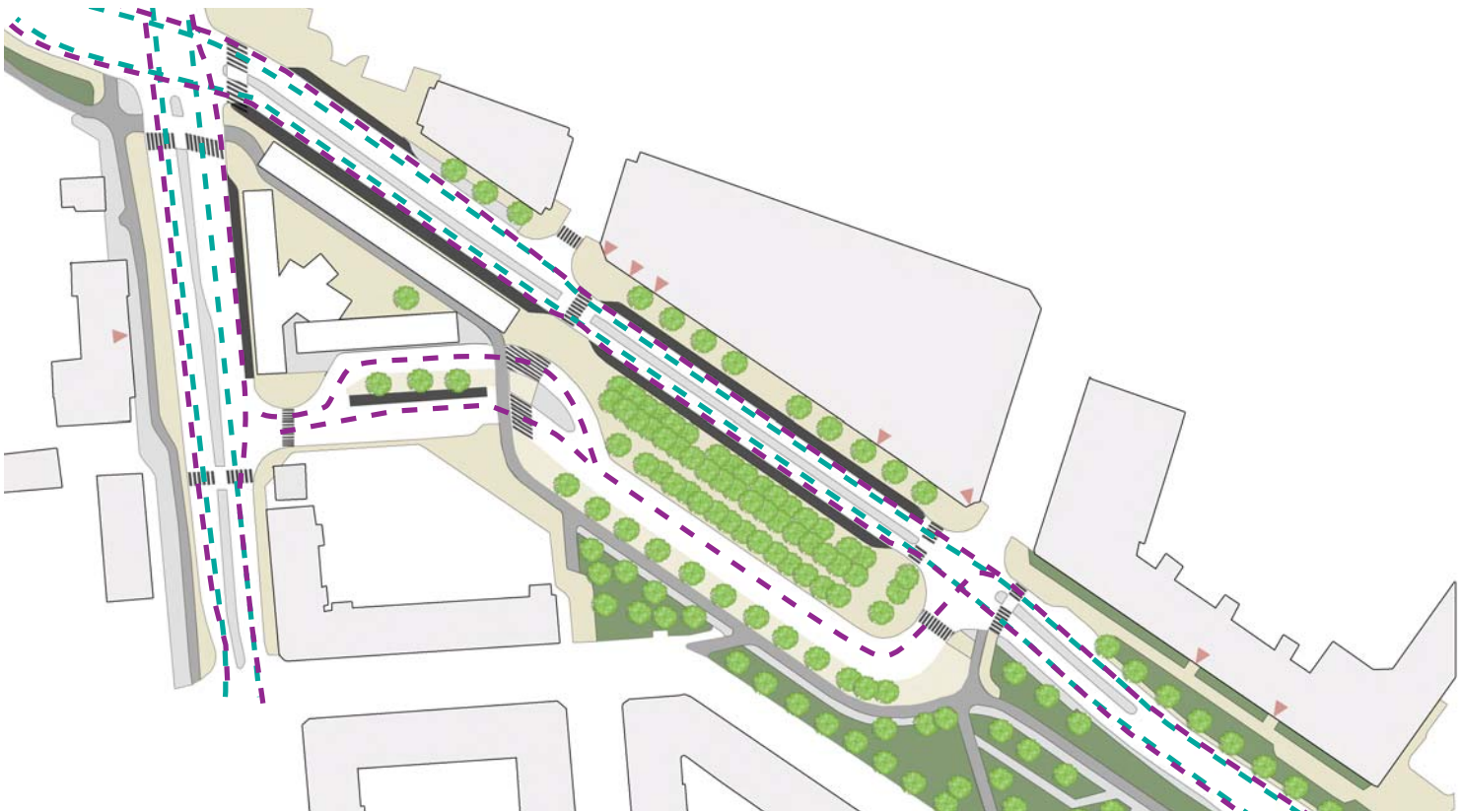
Analys över områdets funktioner

Södervärns busstorg har en lång historia som knutpunkt. Genom redovisade analyser kan man dels överblicka trafikens sträckning och dels hur områdets ytor är placerade i förhållande till dess trafik och funktioner. Genom platsbesök har jag under flera dagar studerat gångtrafikanternas och cyklisternas rörelsemönster, främst under dagens mest intensiva tid. Genom detta underlag, tillsammans med den faktiska plankartan, har jag sedan funnit strategiska punkter för fortsatt utredning och möjlig omgestaltung.



- Huvudsakliga gångstråk
- Huvudsakliga cykelstråk

1. Analys över befintligt gångtrafikanter- och cykelmönster
Genom att definiera de huvudsakliga gång- och cykelstråken över ytan kan områdets sekundära ytor och mellanrum urskiljas.



- Busstrafik
- Biltrafik

2. Analys över befintlig buss- och biltrafik
Analysen är viktig eftersom dagvatten från vägytor är mer förorenade än från övriga ytor och därför bör behandlas med större försiktighet.



3. Analys över strategiska ytor

Analysen definierar vilka ytor som kan omgestaltas för att fungera som fördröjande system. Strategiska ytor är markerade i rött. Analysen kan tillsammans med analys nr. 4 ge en enhetlig och övergripande förståelse för hur många förändringsbara ytor som finns inom området.



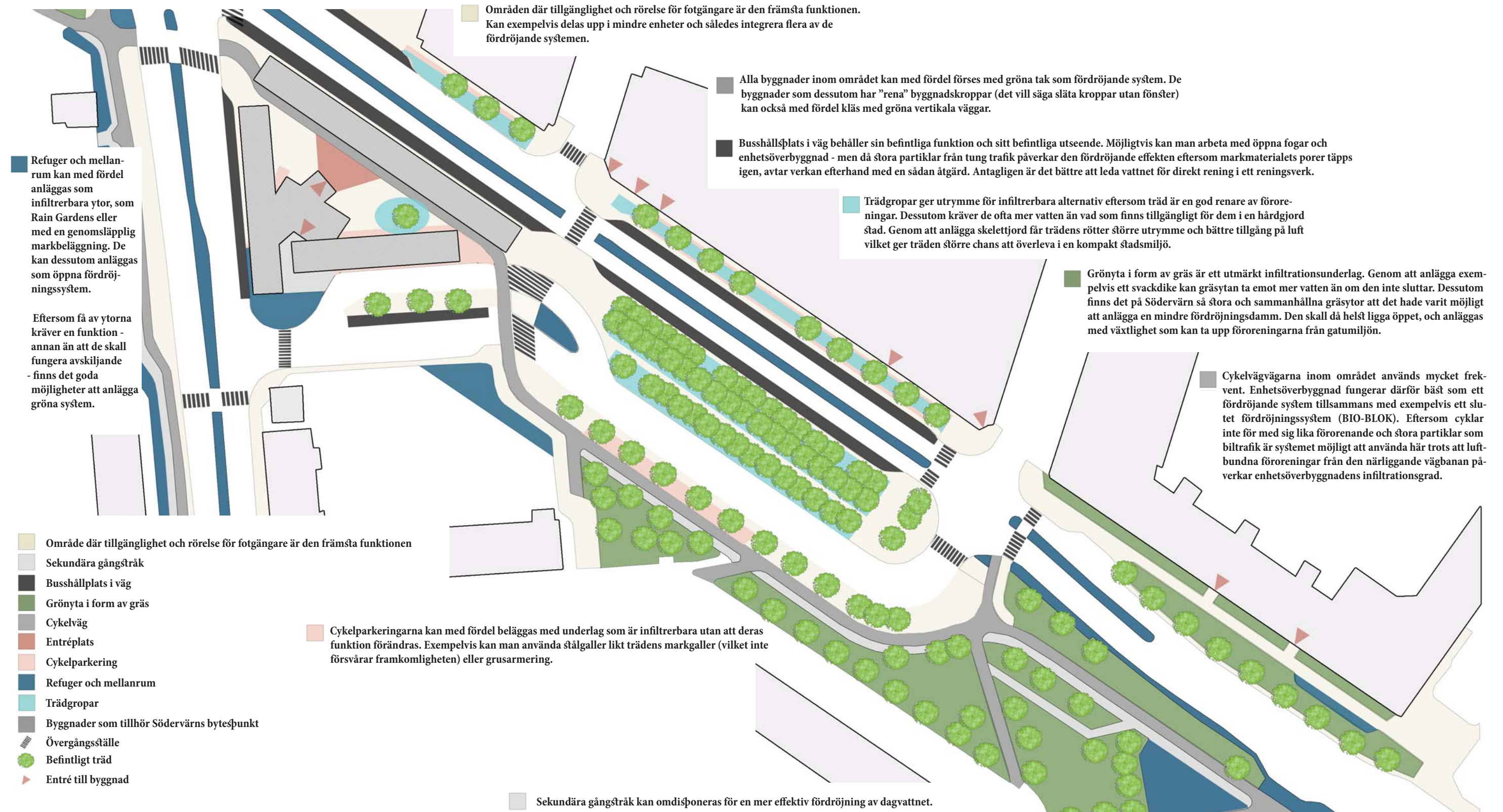
- Område där tillgänglighet och rörelse för fotgängare är den främsta funktionen
- Sekundära gångstråk
- Busshållsplats i väg, ofta belagd med smågatssten.
- Grönyta i form av gräs
- Cykelväg
- Entréplats
- Cykelparkering
- Refuger och mellanrum
- Trädgropar
- Byggnader som tillhör Södervärns bytespunkt
- Övergångsställe
- Befintligt träd
- Entré till byggnad

4. Analys över Södervärns huvudsakliga funktioner

Analysen är viktig eftersom ytans funktioner definierar vilka ytor som kan ingå i en omfattande omgestaltning, vilka ytor som måste behålla sina huvudsakliga funktioner när de omgestaltas och vilka ytor som inte bör gestaltas om överhuvudtaget.

5. Undersökning och analys av möjliga fördröjningsåtgärder

De olika system som redogjorts för i del 1 av detta arbete fungerar olika bra för olika stadsmiljöer. I del 1 gavs underlag och förslag på hur systemen bäst implementeras på de ytor de skall verka fördröjande för och hur olika LOD-system påverkar ytans funktion, ekologiska, estetiska och pedagogiska värde etcetera. Genom att i en prövande illustrativ analys (nedan) överväga möjliga systems placering preciseras min tanke om vilka system som kan fungera på olika platser och varför.



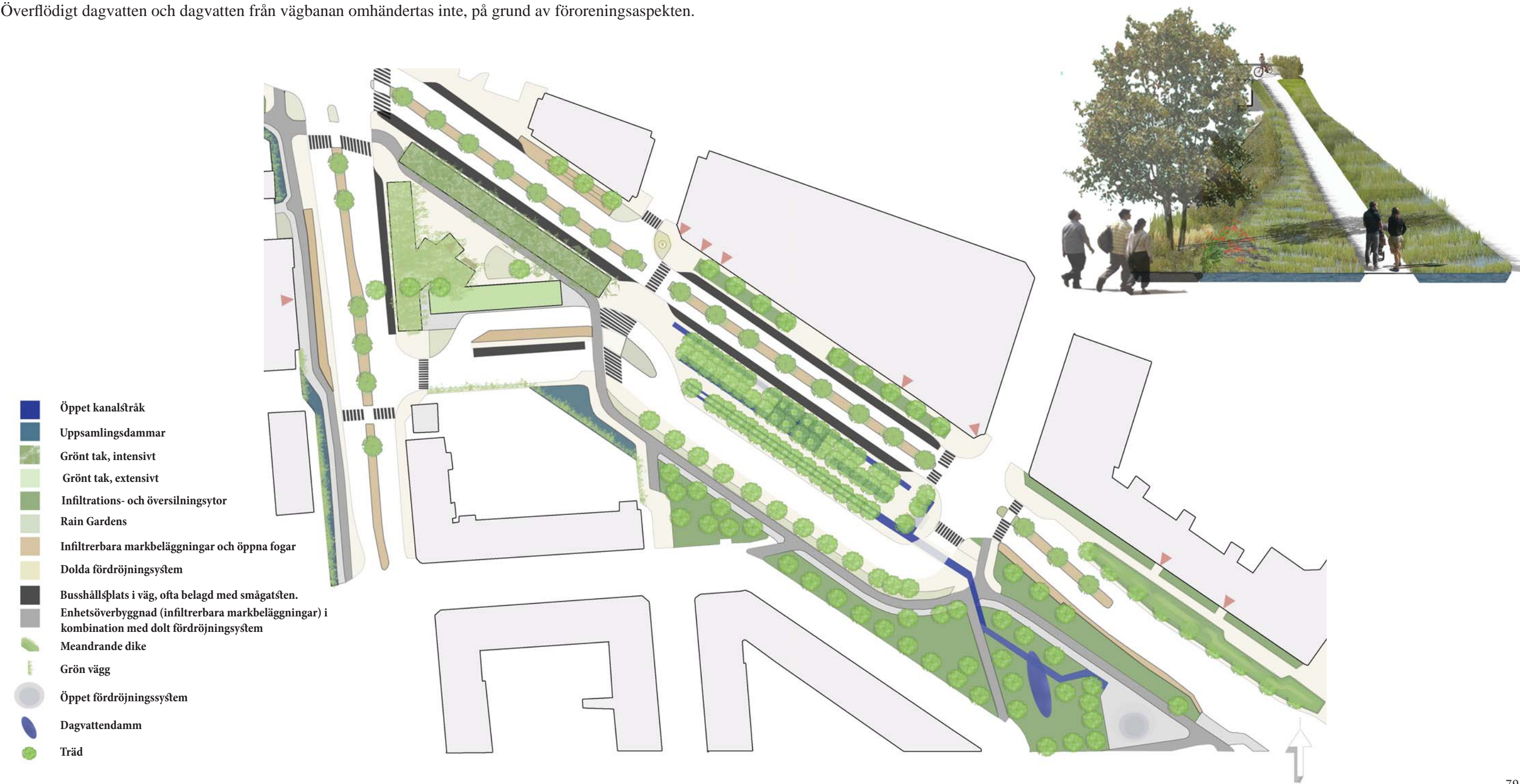
Gestaltningsförslag för Södervärns knutpunkt

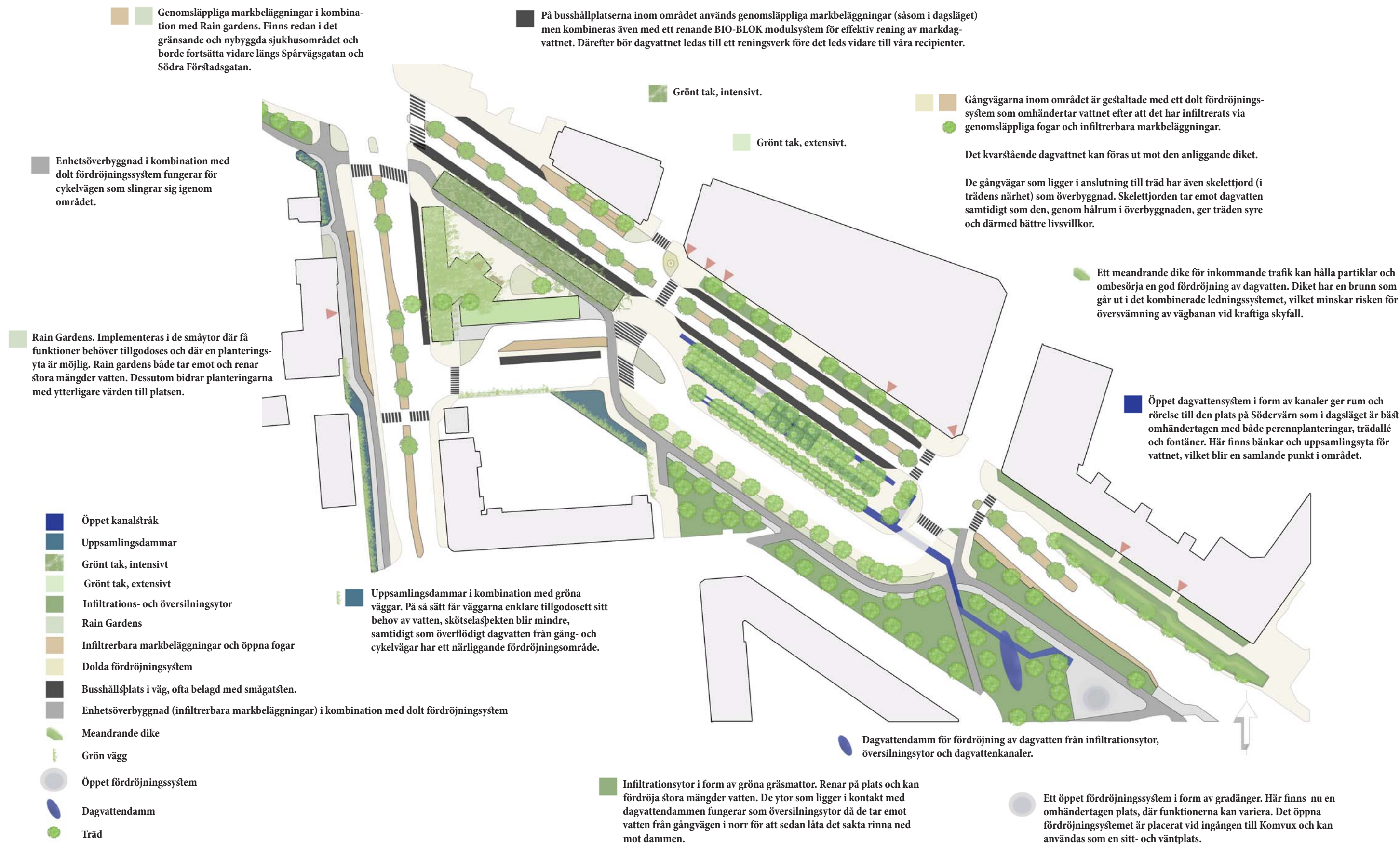
Ett gestaltande LOD-förslag för Södervärns knutpunkt

Mitt förslag utgår ifrån de system som sammanställts, klassificerats och diskuterats i del 1. Genom analyser av ytornas funktioner, storlek och föroreningsgrad har möjliga system valts ut för de värden ytan har eftersökt. Dessa värden har sedan vägts mot varandra för att de implementerbara systemen och platsens nuvarande funktioner skall kombineras på bästa sätt. I största möjliga mån har synliga LOD-system använts vid en implementering på de mindre ytorna inom området. Eftersom hållplatsområdets främsta problem var överdimensionerade hårdgjorda markytor, har platser som i dagsläget inte fyller en specifik funktion (så kallade restytor) valts ut. Dessa restytor måste kunna omhänderta mycket dagvatten då ytorna som omger dem är sammanhållna och hårdgjorda. Därför var fördröjningskapaciteten en viktig aspekt vid valet av LOD-system. Eftersom området runt dessa ytor för övrigt är hårdgjort har även system med höga värden för exempelvis den biologiska mångfalden valts ut. Utifrån dessa två aspekter har sedan ett antal system prövats mot ytorna.

Inom det hårdgjorda cykelvägrummet har främst renande aspekter eftersträfvats. Samtidigt skall ytan behålla sin nuvarande funktion. Jag resonerade så, att de ytor där man parkerar cykeln kan vara uppbyggda med infiltrerbara fogar och genomsläppliga markmaterial tillsammans med dolda fördröjningssystem, en bra kombination för ett lokalt omhändertagande av dagvattnet. På cykelbanan är ytans funktion primär varpå enhetsöverbyggnad i kombination med ett dolt och renande fördröjningssystem var applicerbart. Inom delar av området har funktionerna omdisponerats. Det gäller främst de sekundära gångstråken, där en LOD-implementering i form av bland annat Rain gardens tillsammans med gröna tak och väggar genererar många nya värden till stadsrummet.

Överflödigt dagvatten och dagvatten från vägbanan omhändertas inte, på grund av föroreningsaspekten.





Diskussion

Detta arbete har sin upprinnelse i artikeln ”Is Water the New Oil” i The Guardian 2008. Författaren poängterade då att vatten alltför sällan ses som en snabbt sinande resurs och att alltför få reflekterar över exempelvis bomullsodlingens ohållbara vattenkonsumtion. Att renat vatten går till utomhusodling var en reflektion jag inte tidigare gjort som landskapsarkitektstudent. Av någon anledning har jag alltid förutsatt att det var dagvatten som användes när stora kvantiteter vatten sprids utomhus. Insikten som följde med artikeln, att jag genom min yrkesroll kunde påverka vår vattenkonsumtion genom specifika åtgärder inom landskapet, var viktigare än något annat som jag fått insikt om under mina studier till landskapsarkitekt. Framför allt då vatten både är ett livgivande och rumsskapande element, vilket fördubblar dess användningsvärde i arkitektoniska gestaltningar.

Efter artikeln, och de många andra artiklar som följde, kändes det solklart att min huvudsakliga uppgift som landskapsarkitekt bör vara att förmedla och involvera, om inte andra så åtminstone mig själv, i hanteringen av en så hatad och älskad resurs. Hur gör man i andra delar av världen? Planerar vi oftast med vatten som enbart gestaltande element eller finns det många och goda exempel på hur landskapsarkitekter har kombinerat en omfattande tanke med en vacker och genomtänkt gestaltning - som ett argument för att uppmärksamma vikten av våra sinande resurser? För att undersöka hur man resonerar kring vatten i olika länder där vatten inte är en självklarhet, skrev jag min kandidatuppsats om vatten som en politisk planeringsfråga; för vem planerar vi våra vattenresurser? Samtidigt som svensken kräver sin rätt till rent dricksvatten, reflekterar mycket få svenskar över hur Fair Trade-kaffe från det etiopiska höglandet påverkar den etiopiska befolkningens tillgång till rent vatten (Thorén, 2009). Genom det arbetet insåg jag hur allvarligt förenklad vår relation till vatten är. Sverige har god tillgång på vatten och därför kan vi hantera våra vattenresurser oaktsamt.

I flera tusen år har människan använt vatten som levande och uttrycksfullt element i landskapsrummet; som enkelt element eller i kombination med ljud, ljus, planteringar och hårdgjorda material. Naturliga vattenkällor har på olika sätt omhändertagits eftersom vatten ansågs livgivande och helande. Under många tusen år planerades stora områden utifrån vattnet och dess flöden – på så sätt har många av våra medeltida städer vuxit fram. Sedan kom åren då människan tog herravälde över naturen, där man genom att förflytta arkitektoniska element i landskapet ändrade på naturens spelregler. Under 1600- och 1700-talet var vattenspeglar av väldigt stort värde för arkitekturen, bland annat i Frankrike. Vid de största slotten, såsom Versailles och Vaux-le-Vicomte drog man om terrängen så att det passade in i den tänkta gestaltningen Enligt min uppfattning är det fortfarande ett liknande tankesätt som sätter sin prägel på dagens innerstadsplanering. När vi som planerare, gestaltare och arkitekter står inför ett problem där det kan bli nödvändigt att förändra naturens villkor, och det underlättar för oss att göra så, är risken stor att naturen tar stryk i lägen där ledningar, byggnader, vägar med mera skall anläggas. Det är fortfarande det vanligaste förfarandet. Men det behöver inte alltid betyda att naturen inte får plats.

Att dagens innerstad har blivit alltmer hårdgjord kan därmed ses som en tillgång i stadslandskapet eftersom det ger möjligheter till fördröjande och omhändertagande LOD-system. Utan tillräckliga mängder hårdgjord yta hade inte tillräckliga nederbördsmängder kunnat samlas in för att de skulle

bli användbara som gestaltungsselement. Borde vi därför inte ta tillfället i akt och bygga vidare på de hårdgjorda gestaltungsideal som landskapsarkitekturen har arbetat med under flera decennier? För att tillgodose de möjligheter/värden som dagvatten ger stadsrummet, kan vi via noga genomtänkta lösningar tillvarata stadens mellanrum – de områden som ännu inte är upptagna av befintliga funktioner, och genom att sammankoppla dessa områden skapa de dagvattenytor som den hårdgjorda markbeläggningen möjliggör. Genom detta examensarbete har jag försökt att förtydliga hur dagens aktuella LOD-system skulle kunna planeras på stadens mindre ytor. Jag har dessutom förmedlat mina tankar om vilka ytor som är aktuella för ändamålet samt hur de möjligtvis hade kunnat förbättras vid en fördröjning av dagvatten. Genom att involvera den förändrade nederbördsfrekvensen, som ett motiv för att använda dagvatten i stadens uppbyggnad, poängteras dessutom att vi har goda möjligheter till rumsskapande och kvarliggande vattenytor vid en fördröjning (förvaltning) av dagvatten.

Måluppfyllelse

Uppsatsens huvudsakliga syfte var att belysa möjligheterna för ett utökat lokalt omhändertagande genom ett bättre utnyttjande av stadens mindre enheter. Genom att undersöka fyra områden i en stad som uttalat arbetar med ett omhändertagande av dagvatten, där man har en vidare utveckling av stadens LOD-hantering på agendan, ville jag undersöka om länken mellan ord och handling också finns i praktiken. Därefter ville jag, genom de tilltalande exempel jag fann vid mina platsbesök, gestalta en möjlig lösning för ett område. De exempel som jag har funnit från mina platsbesök visar på att det på sina håll finns goda intentioner för stadsrummet, men att dessa intentioner sällan är genomgående för hela området utan istället behandlar plats till plats. Detta är genomgående för tre av de fyra platserna med undantag av Bo01. Anledningen till att ett helt område sällan behandlas enhetligt beror på exempelvis uppdelningen av tomtmark, äganderättigheter, vad området är detaljplanerat för samt entreprenörernas syfte med byggnationen. Eftersom det är olika företag som arbetar med gestaltningen inom områdets olika delar, och ofta med olika utgångsläge (bland annat ekonomiskt läge) varierar även utslaget i praktiken. Dessutom finns det byggherrar som personligen arbetar för att öka områdets hållbarhetsstämpel (för att exempelvis marknadsföra sitt företag) medan andra hellre tar den korta och billiga vägen. På så sätt finns det platser inom delar av dessa fyra områden där man har arbetat mycket tydligt med ett omhändertagande av dagvatten medan andra platser inom samma område inte alls har fått en omsorgsfull gestaltning av vattenresurserna. För att ett område skall kunna tillhandahålla en enhetlig och genomgående dagvattenhantering måste uppmaningen om en översiktlig LOD-process tillhandahållas från flera håll, exempelvis via kraven på en certifiering för området eller genom politiska incitament. Först när en sådan uppmaning äger rum kan ett helt område tillhandahålla en översiktlig och förenad lokal dagvattenhantering, såsom i fallet med Bo01. Därmed är en sammanhållen och välanpassad LOD-hantering mycket svårare att implementera än de enskilda systemen och deras möjlighet till att integreras på en yta. Det innebär i sin tur att en gestaltningsmässig likriktning för områdets system är svår att uppnå medan ett åtagande av stadens mindre rum och enheter kan tillgodoses genom relativt små planingrepp.

Med detta klarlagt återstår nästa problem för området: systemens möjlighet till ett omhändertagande av dagvatten på den enskilda ytan. Eftersom olika förutsättningar omöjliggör en enhetlig behandling av systemen var jag

tvungen att staka ut premisserna för de enskilda LOD-systemen samt deras påverkan på stadsrummet innan de kunde värderas som implementeringsbara. För att realisera ett lokalt omhändertagande av dagvatten på befintliga ytor i staden krävs kunskap om de olika systemen och vilka värden de genererar samt vilka positiva och negativa aspekter de förmedlar. Då mitt syfte i denna del var att bidra med kunskap om de befintliga LOD-system som finns på marknaden idag, har första delen av detta examensarbete utmynnat i en översikt över de mest frekvent använda metoderna för fördröjande och/eller omhändertagande åtgärder. För att öka förståelsen för hur systemen fungerar i praktiken har jag även angett ett antal parametrar som är viktiga att ta ställning till vid en implementering av ett nytt system. Det första mål som motiverade denna översikt, var möjligheten att genom en saklig sammanställning av dagens LOD-tekniker förmedla vilka system som finns på marknaden.

Mitt tillvägagångssätt för att uppfylla mål nummer två; att presentera en produkt som gestaltningsmässigt prövar om det går att planera stadens mindre ytor med LOD utan att ytans värden/funktioner försämras, var att undersöka befintliga ytor i staden. Via platsbesök och översiktliga analyser av områdets styrkor, svagheter, möjligheter och brister ville jag undersöka hur ett område kan utvecklas utifrån sin befintliga potential. Eftersom den sista delen av mitt examensarbete skulle generera ett förslag på hur en gestaltning av områdets LOD-potential kan se ut, med utvecklade analyser och planillustrationer, ville jag hålla del två mycket översiktlig. Under arbetets gång kom denna översiktliga metod emellanåt att ställa fler frågetecken än den besvarade, eftersom det periodvis kändes som att områdenas funktioner inte beskrevs tillräckligt väl för att de skulle kunna grunda läsarens förståelse inför min stundande analys. För att åtgärda eventuella frågetecken skalades därför de flesta funktioner bort, och istället undersöktes och analyserades endast områdets faktiska ytskikt samt de huvudsakliga rörelsefunktioner (såsom bil-, cykel och gångväg) som området ställde till förfogande. Istället valde jag att ytterligare precisera områdets funktioner i del tre. Denna lösning fungerade väl för arbetets helhet, eftersom den röda tråden fortfarande höll samtidigt som de funktioner som var avgörande för huruvida LOD-systemen kunde implementeras på ytan eller inte fortfarande kunde utforskas.

Då en övergripande gestaltning av ett helt område sällan sker i praktiken, såg jag även behovet att i del tre dela upp området i faktiska ytor. De mindre ytorna blev på så sätt intressantare än helheten (för ändamålet att undersöka vilket system som kunde implementeras på en yta). I del tre påvisar de fyra första analyserna Södervärns olika funktioner och strategiska ytor. Analyserna ger tillsammans underlag till en femte analys som påvisar vilket/vilka system från del 1 som kan implementeras på ytan. Det översiktliga underlaget från del 2 kommer därmed till sin rätt. När jag hade funnit olika system för de respektive ytorna kunde jag sedan gå vidare till ett övergripande gestaltungs-grepp för området som helhet. Därför var utgångspunkten i gestaltningsdelen inte främst att behandla området som helhet, utan att tillhandahålla lösningar för de specifika ytorna eftersom dessa ingår som delar i en större LOD-process. Därmed har jag försökt att belysa vilka möjligheter det finns för en inkorporering av LOD i en redan befintlig stad, var funktioner kräver stora ytor i anspråk.

Resultat

I min sökning efter stadens vanligaste LOD-system fann jag följande:

- De i särklass vanligaste systemen för infiltration är gräsmattor och permeabla fogar. Även många "överblivna" ytor, det vill säga ytor som aldrig gestaltats för dagens funktion, fungerar ofta som fördröjande dagvattensystem.
- Även flera av de äldre markbeläggningarna (såsom vägar belagda med storgatsten) fungerar som genomträngliga system. Dagvatten uppfattas sällan som problematiskt på dessa ytor, eftersom vattnet antingen rinner ned i den stora och djupa fogen eller mot en dagvattenbrunn. Oftast är det nyare hårdgjorda ytor som inte infiltrerar dagvatten, där vatten är stående på grund av ett anläggningsfel eller att marken har satt sig, som ger upphov till bekymmer. Detta skäl för vidare till nästa punkt.
- De dominerande LOD-systemen i vår innerstad (ledningssystemen borträknat) är marksättningar i asfalt och/eller plattsättning, som istället för att leda bort vatten ger upphov till dagvattenpölar. Dessa ytor, vilka ofta har synligt stående vatten, hade kunnat förvandlas till något spännande om det inte vore för det faktum att de ofta är belägna i områden där markens funktion är viktig för ytan. Genom att vid asfalterade vägar integrera gröna området som avlednings- och fördröjningsområden för dagvatten kan vi ge förutsättningar för en god dagvattenhantering.

De mest applicerbara systemen på ett tät och hårdgjord stadsmiljö är gröna väggar och gröna tak, som bistår till stadsrummets krav på yta genom att inte ta använda ytor i anspråk samtidigt som de genererar många värden och således förbättrar platsen. Dessutom kan området till största del bibehålla sina faktiska funktioner. När det kommer till LOD-system som skall implementeras i marknivå är det svårt att dra några generella slutsatser utan att platsen som systemet skall appliceras på analyseras först. Vad man främst kan se genom mitt arbete är både att kombinationer av system genererar flest värden, att många system kan kombineras med flera andra och att vissa system utesluter användningen av andra system. Resultatet visar även att de flesta system kan förändras beroende på ytans storlek, och att systemen därmed måste analyseras utifrån den plats som utreds för en åtgärd. Dessutom har examensarbetet resulterat i insikten att det främst är fördröjningssystem som är åtråvärda, och att ett lokalt omhändertagande av dagvatten i stadsrummet inte alltid är att föredra.

Metod

I del 1 används *litteraturstudier* som metod, för att sakligt sammanställa olika LOD-system som används i dagens planering. Denna sammanställning används sedan för att diskutera systemens implementerbarhet i en hårdgjord stadsmiljö. Litteraturstudier fungerar mycket väl som metod, eftersom en grundläggande förståelse för de olika systemens funktioner är nödvändig för att en vidare analys skall kunna genomföras. Litteraturstudierna hade dock med fördel kunnat kombineras med andra metoder, såsom kvalitativ intervju, eftersom informationen om vissa LOD-system var knapphändert. Dessutom bidrar ofta kvalitativa intervjuer till nya infallsvinklar varpå arbetet kan utvecklas.

I del 2 används *platsbesök* och *SWOT-analys* som två metoder för att undersöka olika områdens lokala fördröjningsåtgärder i Malmö. Genom att underbygga denna del med information från litteraturstudien analyserades

platsen översiktligt med systemen i åtanke. Metoderna är förenliga med det ändamål som uppsatsens del 2 syftar till och fungerar därför också mycket väl för denna del av arbetet.

I del 3 används *probleminriktat skissande och platsbesök* som metod. Med de översiktliga analyser över områdets ytor och möjligheter från del 2 kunde området genom flera platsbesök ytterligare analyseras. Probleminriktat skissande användes sedan för att pröva olika gestaltningsidéer. Tillsammans med sammanställningen från del 1 kunde då systemen prövas på olika ytor inom stadsrummet. Utifrån dessa idéer skapades det slutliga gestaltungsförslaget. Metoderna fungerade mycket väl tillsammans eftersom de dels tillät ytterligare analys av områdets ytor och dels knöt samman de del 1, 2 och 3 av uppsatsen på ett översiktligt sätt.

Reflektion

Detta arbete har genom tre delar försökt att påvisa mellanrummens betydelse som fördröjningssystem för ett lokalt omhändertagande av dagvatten genom dels en. Genom del 1 har dagvattnets betydelse för stadsrummet undersökts; från att ha varit en problematisk och kostsam produkt till att ha blivit ett föränderligt gestaltningselement och en resurs att vara rädd för, då ett utsläpp till våra vattendrag och sjöar kan få förödande konsekvenser. Om de nederbördsberäkningar som redogjorts för (I; SMHI, 2012) blir till verklighet kommer dagvattnets betydelse för stadsmiljön att bli allt större (och allt mer problematisk). Genom den övergripande presentationen av de främsta systemen som finns på marknaden har modeller för LOD beskrivits och analyserats. Via kombinationer av dessa system kan man lösa mycket av den dagvattenproblematik vi ser i staden idag.

Stadsbilden döljer påfallande mycket vatten för sin befolkning genom rörledningar i mark. De system som anlagts i staden är såsom påvisas i arbetets andra del jämförelsevis få, men i vissa fall mycket välfungerande. I del 2, där jag undersöker olika områden i Malmö, visar jag dels på fungerande och gestaltungs-mässiga föredömen inom LOD-hantering och dels på frånvaron av LOD-system. Anledningen till att jag presenterar områden som inte alls har gestaltats med LOD är för att definiera exempel på hur en stad arbetar med dessa system samtidigt som jag vill peka på vilka ytor som fortfarande är möjliga fördröjningsytor (trots att de inte är gestaltade för LOD). De många mellanrum som bygger upp vår stad är inte alltid tillvaratagna på bästa sätt, men ibland kan de utnyttjas ändå. Beroende på vilket gestaltungs-mässigt grepp man utgår ifrån när man gestaltar med dagvatten fungerar de olika systemen mycket varierande. Om ytans funktioner, såsom rörelse och säkerhet, är viktigare än de övriga värden en förbättrad stadsmiljö kan ge (såsom förbättrad pedagogik, marknadsföring för staden, social miljö med mera) skall platsen gestaltas utifrån detta ideal. Det i sin tur innebär inte att dagvatten inte kan fördröjas eller omhändertas på platsen.

Inom områden var funktioner kan integreras med ett hållbart och fungerande LOD-system, såsom inom Bo01 i Malmö, kan systemen dra till sig mycket positiv kritik och uppmärksamhet. Det finns inga siffror på vad varje enskilt system har kostat, och kostsamma är de, men inte heller några ekonomiska kalkyler på hur mycket staden har tjänat in marknadsföring-mässigt via det uppmärksammade lokalt omhändertagna dagvattnet. Därtill tillkommer både miljömässiga och sociala vinster. Genom att belysa värden som både är mätbara och förankrade, såsom ekologisk mångfald och tekniska framsteg, kan vi närma oss en långsiktigt hållbar framtid

som förvaltar vår stadsbild och är införstådd med att estetik och miljö kan bli en bra ekonomisk kombination. Värdena fungerar som riktlinjer för de möjliga vinster som kommer med kunskapen om fördröjande system. Trots dessa möjligheter är det fortfarande så att fördröjande- och omhändertagande system ofta separeras från stadsbilden. Genom att låta bli att gestalta med dagvatten lurar vi oss själva att tro att dagvattnet inte utgör ett problem, samtidigt som det läggs allt mer resurser på att faktiskt ta hand om vattnet inom rimliga plangränser. Allt fler detaljplaner kräver att dagvattnet skall omhändertas inom planens gränser men klokt nog (med tanke på planens behandlingstid) utan att berätta hur ett sådant omhändertagande skulle se ut. Samtidigt är det just klokheten i detta beslut som gör det möjligt för oss att undgå att LOD verkligen får den uppmärksamhet det behöver för att integreras i det problematiska stadsrummet. För faktum är, glömmet vi bort en yta är det en annan yta som får lida. Dagvattnet lämnar nämligen ingen yta oberörd.

Som yrkesutövande landskapsarkitekter kan vi påverka denna miljö vi så ofta ser i dagens stadsbild. Ett initiativ för förändring är de många certifieringsprocesser som mark- och bebyggda miljöer kan genomgå. Certifieringen är en kvalitetssäkring på att området arbetar efter gröna normer och en långsiktigt god hållbarhet. För en långsiktigt god hållbarhet och ett enhetligt ansvarstagande för platsens alla funktioner ingår ett lokalt omhändertagande av dagvatten. BREEAM, GYF, Svanen etcetera är eftertraktade hållbarhetsmärkningar både för entreprenör och arkitekt - det ger hållbarhetspoäng, påvisar att man tar ansvar för sin bebyggda miljö och de har faktiskt även ekonomiska fördelar.

Miljöcertifieringssystem kommer därmed förhoppningsvis att väcka ytterligare debatt. Även genom att integrera faktiska påvisade och mätbara värden inom den gröna miljön kan vi väcka intresse för att med fler värdegrunder än den estetiska bidra till en bättre och vackrare innerstad. Genom att involvera stadens befolkning kan vi bidra till social integration, marknadsföra staden/området (bland annat genom certifieringssystemen) och även ge upphov till pedagogiska utemiljöer. Förutom vattens uppenbara gestaltningsmässiga och rogivande värde finns det fler, mer naturliga, anledningar till att vatten är ett så omtyckt element. Exempelvis ger vatten liv till andra gröna ytor som bidrar till en mer levande stadsmiljö genom ekologisk diversitet. Detta är ännu en grund till att just stadens oanvända och hårdgjorda mellanrum borde fungera som fördröjande system.

Att angripa landskapsarkitekturen från flera håll är viktigt för att vi som yrkesutövare skall kunna debattera vikten av vår arbetsuppgift och förmedla hur betydelsefullt det byggda landskapet är för människan. Genom att bygga hållbara alternativ och lösningar till aktuella världsliga problem (såsom ohälsa och allergier ifrån exempelvis giftigt byggmaterial) samtidigt som vi gestaltar och förädlar kan vi förmedla yrkets inriktning och företräda det komplexa landskapet. Via platsspecifika åtgärder har vi möjlighet att tänka långsiktigt och påverka hur framtidens genomtänkta utemiljö kan komma att se ut. En framtid som påverkar vardagen för många människor, vilka litar till att vi som utbildade landskapsarkitekter förvaltar vårt kunnande och bidrar till en bättre plats genom en genomtänkt och god utformning. En helhetlig landskapsbedömning skapar förutsättningar för att framför allt människan skall trivas på platsen, och gärna under många år framöver.

Genom mitt examensarbete hoppas jag att jag har förmedlat kunskaper om de befintliga system som finns på marknaden, hur dessa fungerar samt i vilka miljöer de är implementerbara. Det finns minst ett system för varje

del av vår stad, vissa dolda och vissa synliga, och i kombination blir de ofta mer användbara än i sin enkelhet. Med utgångspunkt från mina platsbesök har jag också förstått att mellanrummens betydelse för stadsrummet är stor, dels på grund av sin ständiga närvaro (och att de får lov att vara just mellanrum) och dels på grund av sin totala yta. De fördröjande system som presenteras genom detta examensarbete är i många fall applicerbara på dessa mellanrum. Genom att låta naturen ledas in i staden förstärks både vår psykiska och fysiska hälsa samtidigt som vi blir vitalare och friskare. Varför inte tillåta oss att gestalta med detta i åtanke? Endast med genomgående kunskap om dagens LOD-system, samt de underliggande motiv till varför en gestaltning med dessa system är optimal, kan vi få insikt om vilka goda förutsättningar dagens stad ger vid en fördröjning av dagvatten. En insikt som ytterligare belyser det åtagande vi har tagit på oss som yrkesutövare inom ämnesområdet landskapsarkitektur.

Källor:

Blennow, A.M. (2002). Europas Trädgårdar. Lund: Signum i Lund AB.

Berggren, K. (2007). Urban drainage and climate change – impact assessment. Licentiatavhandling 2007:40 Luleå tekniska universitet. ISSN 14021757 / ISRN LTULIC07/40SE.

Berndtsson J., Bengtsson L. & Jinno K. (2009) Runoff water quality from intensive and extensive vegetated roofs. Ecological engineering 35 (2009) 369–380.

Bäckström, M. (2002). Grassed swales for urban storm drainage. Doktorsavhandling 2002:06 Luleå tekniska universitet. ISSN 14021544 / ISRN LTUDDT02/06SE / NR 2002:06.

Bäckström, M. & Viklander M. (2008). Alternativ dagvattenhantering i kallt klimat. Rapport Nr 2008-15 Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling.

Dreiseitl, H., Grau, D. & Ludwig, K.H.C. (2001). Waterscapes – Planning, building and designing with water. Basel: Birkhäuser – Publishers for Architecture.

Dunnet, Nigel & Kingsbury, Noel (2004). Planting green roofs and living walls. Portland: Timber press.

Eleftheria Alexandri & Jones Phil (2009). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Building and Environment 43 (2008) 480–493.

Gobster, P. (1997). Urban parks as green walls or green magnets? Interracial relations in neighborhood boundary parks. Landscape and Urban Planning 41 (1998) 43-55.

Göransson, C. (1994). Att forma regnvatten - Tankar kring utformningen av dagvattenanläggningar i stadsmiljö. Stad & Land Nr 126. Alnarp: Movium.

Joelsson Paasioja S. (2010) Träd i hårdgjord stadsmiljö - en undersökning av träden på Spårväggsgatans norra del i Malmö. Alnarp: Institutionen för landskapsutveckling, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Larm, T. (1994). Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling. VA-forsk. Nr 1994-06. Stockholm: VAV, KTH & Stockholm Vatten AB.

Lindvall, P. (2008). Fastläggning av tungmetaller i två översilningsytor i Malmö. Vattenförsörjnings- & avloppsteknik. Lund: Lunds Universitet.

Löfström G., Ekberg L. et.al. (2000). Gamla Sofielunds Historia. Malmö: Team Offset & Media.

Lönngrén, G. (2001). Vatten i dagen – Exempel på ekologisk dagvattenhantering. Stad & land Nr 165. Alnarp: Movium & AB Svensk Byggtjänst.

Niemczynowicz, J. (1999). Internationell sammanställning av erfarenheter

med ekologisk dagvattenhantering. Nr 1999-1. Stockholm: VAV AB.

Persson, A. (2010). Sedimentprovtagning av dagvattendammar som ett alternativ till flödesproportionell vattenprovtagning. Uppsala: Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Persson B. (1999) Grönytefaktorn för Bo01. Landskapsarkitekterna i Lund AB i samarbete med Malmö Stadsbyggnadskontor, Malmö: CA Andersson & Co.

Persson, B., Lind, B. & Bucht, E. (1990). Plats för regn. Stad och land Nr 86. Alnarp: Movium & VA-Forsk.

Svensson, J., Fleicher, S., Rosenqvist, R., Stibe, L. & Pansar, J. (2002). Ekologisk dagvattenhantering i Halmstad. Stockholm: Svenskt vatten. VA-Forsk rapport. Nr 2002-7.

Stahre, P. (2004). En långsiktigt hållbar dagvattenhantering, planering och exempel. Klippan: Svenskt Vatten.

Thorén, Cecilia (2009) Hållbar vattenplanering, diskussion med utgångspunkt ur fyra krisdrabbade områden. Alnarp: Institutionen för landskapsutveckling, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Tysell, U. (2011) Hållbar drän- och dagvattenplanering - råd vid planering och utformning Publikation P105. Stockholm: Svenskt Vatten.

Villareal, L. E. (2005) Beneficial Use of Stormwater, Report No 1032. Lund: Department of Water Resources Engineering, Lund Institute of Technology.

Elektroniska källor:

A; Stockholms vatten, 2011:04 Nr 2. Vattentrycket, kranvattnets historia. Tillgängligt på <http://www.stockholmvatten.se/commondata/images/150ar/Vattentrycket_150.pdf> (2012-02-16)

B; Svenskt Vatten, 2005. Fakta om vatten och avlopp. Tillgängligt på <[http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Utbildning%20och%20Rekrytering/Fakta%20om%20Vatten%20och%20Avlopp%20i%20Sverige%20\(svenska\).pdf](http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Utbildning%20och%20Rekrytering/Fakta%20om%20Vatten%20och%20Avlopp%20i%20Sverige%20(svenska).pdf)> (2012-01-15)

C; Stockholms Stad, 2002. Miljöpolicy och dagvattenstrategier. Tillgängligt på <<http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/gc/8/Stormwater%20strategy.pdf>> (2012-02-16)

D; European Commission, 2000. Water Framework Directive. Tillgängligt på <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm> (2012-02-16).

E; Länsstyrelsen Dalarnas Län. Utsläpp av fosfor från större avloppsreningsverk. Tillgängligt på <<http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/Sv/miljo-och-klimat/miljomal/overgodning/uppfoljning/fosfor-avlopp/Pages/default.aspx>> (2012-02-18)

F; Sveriges Arkitekter, 2008. Vad är en landskapsarkitekt? Tillgängligt på <<http://www.arkitekt.se/bli/landskapsarkitekt>> (2012-02-18)

G; Naturvårdsverkets publikationer, Rapport Nr 5223, 2003. Återanvändning av växtnäring från avlopp- aktörernas värderande, ställningstagande och agerande, CM-Tryck. *Tillgängligt på* <<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5223-3.pdf>> (2012-02-16)

H; Bonn C. (2003) Ekologisk dagvattenhantering i våra nordiska grannländer Nr 33-S. Österbottens Förbund. *Tillgängligt på* <<http://www.obotnia.fi/fi/binaryviewer.aspx?MediaID=5828>> (2012-03-29)

I; SMHI, 2012. Meteorologi Nr 2012-143. Extrem nederbörd i Sverige under 1-30 dygn, 1900-2011. *Tillgängligt på* <http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.23051!Meteorologi-143-20120711.pdf> (2012-10-12)

J; Larm, T. (2000). Utformning och dimensionering av dagvattenanläggningar, VA-Forsk rapport 2000-10. *Tillgängligt på* <<http://stormtac.com/admin/Uploads/Dimension.pdf>> (2013-01-03)

K; Alm, H. (2005). Skelettjord - att hantera dagvatten i trafi kmiljö. Stockholm Vatten AB. (Stockholm Vatten rapport 2005-24). *Tillgänglig på* <<http://www.hammarbysjostad.se/miljo/pdf/HenrikAlm.pdf>> (2013-01-03)

L; Sveriges Arkitekter (2002) Pressmeddelande 02.11.25 Växjö fick arkitekternas planpris. *Tillgänglig på* <<http://www.arkitekt.se/s5589>> (2012-02-15)

M; Sveriges Radio (2012). *Mycket asfalt, dyrare dagvattenavgift.* *Tillgänglig på* <<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=106&artikel=5020586>> (2012-03-18)

N; Malmö Stad, 2000. Dagvattenpolicy för Malmö. *Tillgänglig på* <<http://www.projektering.nu/files/Dagvattenpolicy.pdf>> (2012-03-12)

O; Stahre, P. (2008). Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden – Malmö s way towards a sustainable urban drainage. VA SYD. *Tillgänglig på* <http://www.vasyd.se/SiteCollectionDocuments/Broschyler/Publikationer/BlueGreenFingerprints_Peter.Stahre_webb.pdf> (2012-04-15)

P; Peck, S.W., Callaghan, C., Kuhn, M., Bass, B., 1999. Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. Canada Mortgage and Housing Corporation. *Tillgänglig på* <<http://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/Greenbacks.pdf>> (2012-04-15).

Q; Journal of Commerce (2009) Green building - living and green walls are growing in popularity. *Tillgänglig på* <<http://www.journalofcommerce.com/article/id35240>> (2012-12-15)

R; The Groundwater Foundation (2012) Rain Gardens 101. *Tillgänglig på* <<http://www.groundwater.org/ta/raingardens.html>> (2012-08-20)

S; Expo.net (2012) Fördrojningsmagasin - storskalig hantering av dagvatten med hjälp av BIO-BLOK. *Tillgängligt på* <<http://www.expo-net.dk/Files/System/Module/Ipaper/Ipapers/109/Download.pdf>> (2012-01-15)

T; Malmö Stad, Stadskontoret. Aktuellt om: Befolkningsbokslut 2010 och befolkningsprognos 2011-2016. *Tillgängligt på* <<http://www.malmo.se/>>

download/18.77b107c212e1f5a356a800079821/befolkningsprognos2011.pdf> (2012-01-15)

U; Delshammar, T & Fors H., (2010). Gröna och blå strukturer för en hållbar stadsutveckling Rapport 2010:16 SLU. *Tillgänglig på* <[http://www.upplandsvasby.se/download/18.e45cbc212e990dd3b5800021344/LTJ-rapport_2010-16+\(3\).pdf](http://www.upplandsvasby.se/download/18.e45cbc212e990dd3b5800021344/LTJ-rapport_2010-16+(3).pdf)> (2012-02-15)

V; Ystad Allehanda (2007). Nu kan du dricka kranvattnet igen. *Tillgänglig på* <<http://www.ystadsallehanda.se/simrishamn/article723105/Nu-kan-du-dricka-kranvattnet-igen.html>> (2012-02-16)

X; Malmö Kommun: Södra innerstadens stadsdelsförvaltning. *Tillgängligt på* <<http://www.malmo.se/Kommun--politik/Om-oss/Stadsdelar/Sodra-innerstaden/Fakta-om-Sodra-innerstaden.html>> (2012-10-22)

Muntliga källor:

Månsson, Madeleine. SMHI Malmö, intervju 2012-01-07